

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**“ESTUDIO EMPÍRICO DEL COMPORTAMIENTO DEL
ADULTO MAYOR Y MICROSIMULACIÓN PEATONAL
EN VISWALK 8”**

Tesis para optar el título de **Ingeniero Civil**, que presentan los bachilleres:

PÉREZ PARDO, CRISTINA

MUÑOZ SALDAÑA, FRANK

ASESOR: ING. FÉLIX ISRAEL CABRERA VEGA

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mis papás (Verónica y Luis) y hermanas (Carolina y Claudia) por su dedicación, sacrificio, confianza, paciencia, apoyo, consejos, fuerza y amor incondicional que me dieron para lograr esta meta tan importante en mi vida. Antes cada caída que sufría siempre tenían las palabras precisas para levantarme o brindarme un hombro donde llorar. Los amo con toda mi alma.

A ti abue Diony, por todo tu amor y cuidados. Hoy ya no estas pero tu pérdida me incentivó a continuar con este proyecto. De acá hasta el cielo te dedico esta tesis porque parte de lo que soy es gracias a ti. Te adoro y te extraño. Siempre estarás en mi corazón Doña Diony.

A Jorge por su cariño, apoyo, enseñanzas, motivación y amor sincero que me has brindado en todos estos años. Nunca dudaste de mi capacidad y sigues apostando por mí. Te amo mi rey.

A la muñeca por su generosidad, consejos y hospitalidad incondicional. Gracias por todos tus cuidados tía, siempre estaré en deuda contigo.

A Dios por darme la fuerza, salud y cuidados.

Cristina Pérez Pardo.

DEDICATORIA

A mis padres por su ejemplo de superación, que con su amor incondicional
siempre estuvieron a mi lado.

A ti mamá, porque en esta etapa que no estuvo papá, supiste suplir su
ausencia alentándome, dándome la confianza que necesitaba y celebrando
conmigo mis logros. Por eso y muchas cosas más eres una súper mamá,
te amo mi Reina.

A mis hermanos que siempre estuvieron a mi lado con sus consejos y
palabras de aliento.

A mis familiares y amigos que me acompañaron en esta etapa.

Frank Muñoz Saldaña.

AGRADECIMIENTO

Primero deseo agradecer infinitamente a mi asesor el Ing. Israel Cabrera por todas sus enseñanzas, consejos, paciencia y conocimientos brindados en todo el tiempo de la preparación de esta tesis. Sin su apoyo este logro no habría sido posible.

Indiscutiblemente quiero dar un sincero agradecimiento a mis padres y hermanas. Ustedes son mi fuente de energía y mi apoyo constante para luchar día a día. No somos la familia perfecta porque nada es perfecto en esta vida, pero los amo a cada uno de ustedes con sus virtudes y defectos.

A Dios por darme la fuerza para poder enfrentar todos los obstáculos que se presentaron en mi vida universitaria y para la elaboración de esta tesis. En especial por darme la vida que tengo, con sus altos y bajos

A ti Jorge por tu apoyo constante y por todo lo que he podido aprender en el tiempo junto. Muchas gracias amor.

A JR2C porque desde que nos conocemos han aportado algo para poder culminar esta etapa universitaria.

A ti Frank por aceptar este reto conmigo, por la paciencia que me has tenido y por tu amistad.

Cristina Pérez Pardo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a aquellas personas que compartieron sus conocimientos conmigo para hacer posible esta tesis. En especial agradezco a mi asesor el Ing. Félix Cabrera por confiar en nosotros y por su asesoría incondicional.

Le agradezco a Dios, por haberme cuidado y guiado a lo largo de mi carrera, por bendecirme todos los días y por su amor infinito.

Le doy gracias a mi mamá por su comprensión y dedicación hacia mí, por haberme dado una formación adecuada y la oportunidad de tener una excelente educación.

Frank Muñoz Saldaña.

RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad realizar un estudio empírico del comportamiento del adulto mayor en el parque San José del distrito de Jesús María, luego elaborará una modelación del parque en el software Viswalk. Esta investigación surge ante una problemática latente en cuanto a la construcción de espacios públicos en Perú, pues en la mayoría de casos se suele ignorar a los peatones más vulnerables que frecuentan dichos espacios. Por ello, se realizó la investigación en el parque en mención, dado que tiene la particularidad de tener una alta frecuencia del adulto mayor y porque recientemente ha sido remodelado.

Esta tesis de porte cuali-cuantitativo tiene como eje al adulto mayor. Se detectó que la velocidad de una persona de la tercera edad se encuentra en función al género, edad y condición física para su desplazamiento en el parque. Además se observó que los principales factores que afectan el desplazamiento del adulto mayor son los accesos, materiales irregulares usados en el suelo y los desniveles que presenten la superficie.

La construcción del modelo se realizará en el software VISWALK 8.0. Para modelar el parque se realizarán las siguientes actividades: recolección de datos, creación del modelo, calibración y validación de estos. Para realizar la calibración y validación del modelo se utilizará la herramienta estadística *randomization test* con la finalidad de tener un modelo significativo y que se aproxime a los datos obtenidos en campo.

Palabras Clave: Adulto mayor – software - software VISWALK – parque

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 OBJETIVOS GENERALES	5
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3 HIPÓTESIS	5
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	6
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LA LITERATURA	7
2.1 EL ESPACIO PÚBLICO	7
2.1.1 DEFINICIÓN	7
2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS.....	8
2.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS	10
2.1.4 LOS PARQUES Y SU ROL EN LA SOCIEDAD.....	11
2.2 CIUDADANOS SIN AUTONOMIA	13
2.2.1 NIÑOS.....	17
2.2.2 ANCIANOS.....	20
2.2.3 PERSONAS CON DISCAPACIDAD	21
2.3 ESTUDIO DE VIDA PÚBLICA.....	24
2.3.1 DEFINICIÓN	24
2.3.2 HERRAMIENTAS.....	27
2.4 MICROSIMULACIÓN PEATONAL	29
2.4.1 MODELO CELULAR AUTÓMATA	29
2.4.2 MODELO DE LA FUERZA SOCIAL.....	33

2.4.3 SOFTWARE VISWALK	35
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	39
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS EMPÍRICO DE DATOS EN CAMPO.....	41
4.1 FLUJO DE PEATONES.....	41
4.2 VELOCIDAD DEL ADULTO MAYOR.....	42
4.3 FORMACIÓN DE GRUPOS	46
4.4 ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO	48
4.5 PERCEPCIONES Y NECESIDADES DEL ADULTO MAYOR EN EL PARQUE SAN JOSÉ.....	48
4.5.1 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y DE LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN EL PARQUE.	49
4.5.2 SELECCIÓN DE PREGUNTAS Y EJECUCIÓN DE LAS ENCUESTAS.	53
4.5.3 ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS.	53
4.6 LINEAS DE DESPLAZAMIENTO.....	62
CAPÍTULO 5: MODELACIÓN EN VISWALK DEL PARQUE SAN JOSÉ	63
5.1. PROCESO DE REALIZACIÓN DE MODELO	63
5.2. CALIBRACIÓN DEL MODELO	68
5.3. VALIDACIÓN DEL MODELO	71
5.4. LIMITACIONES DEL SOFTWARE	75
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
6.1 CONCLUSIONES.....	77
6.2 RECOMENDACIONES.....	80
CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA.....	82

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Tasa de crecimiento del sector construcción (% Variación Real).....	1
FIGURA2: Parque automotor en circulación en el departamento de Lima.....	2
FIGURA 3: Satisfacción con el espacio público por nivel socioeconómico.	2
FIGURA 4 Opiniones de habitantes de Lima con respecto a los cuidados de bienes públicos 2013-2014.	3
FIGURA 5: Opiniones de habitantes de Lima con respecto a los cuidados de espacios públicos 2013-2014.....	4
FIGURA 6: Principales problemas de los limeños en la ciudad en el 2015.....	4
FIGURA 7: Estructura de la influencia de los parques urbanos en una Ciudad Sostenible.....	13
FIGURA8: Porcentajes de viajes en el año 2012 en Lima.	14
FIGURA9: Propósitos de viajes en el año 2012 en Lima.	14
FIGURA 10: Grupo de edades involucrados en accidentes de tránsito.....	15
FIGURA11: Causas atribuibles a los atropellos.....	16
FIGURA12: Colectivos vulnerables en espacios públicos.....	17
FIGURA13: Porcentaje de población de 60 y más años (en miles).....	20
FIGURA 14: Población con alguna discapacidad agrupada por edades (porcentaje).	22
FIGURA 15: Población por tipo de limitación (porcentaje).	23
FIGURA 16: Representación de una célula y sus posibles desplazamientos.....	30
FIGURA 17: Modelos de celdas.	31
FIGURA 18: Modelación de las posibles pares o muros.	31
FIGURA 19: Modelo e Von Neumann.....	32
FIGURA 20: Modelo de Moore.....	32
FIGURA 21: Estructura del modelo de fuerza social.....	34
FIGURA 22: Etapas de desarrollo de investigación.	39
FIGURA 23: Proceso para realizar la microsimulación.....	40
FIGURA 24: Número de adulto mayor / hora.	41
FIGURA 25: Cuadrante tomado en cuenta para la toma de datos.	42
FIGURA 26: Velocidad de los adultos mayores (hombres y mujeres).	43

FIGURA 27: Velocidad de adultos mayores que usan SILLA DE RUEDAS para desplazarse.....	45
FIGURA 28: Efecto en la velocidad en el desplazamiento al movilizarse en grupos.	46
FIGURA 29 Preferencia de los adultos mayores al desplazarse (solos o en grupos).	47
FIGURA 30: Preferencias en la formación de subgrupos al momento de desplazarse.....	47
FIGURA 31: Configuración espacial de los adultos mayores al desplazarse en grupos.	48
FIGURA 32: Acceso al parque por la Av. Diez Canseco sin cruce peatonal ni semáforo.....	49
FIGURA 33: Intersección de la Av. República Dominicana y Jr. Huamachuco no cuentan con pasos de cebra o semáforo.	50
FIGURA 34: Intersección de la Av. República Dominicana y Av. Horacio Urteaga cuentan con pasos de cebra y semáforos.	50
FIGURA 35 Constante avería en el unción semáforo ubicado en la intersección de las Av. República Dominicana y Horacio Urteaga.....	51
FIGURA 36 Ante falta de asientos las personas optan por sentarse en medio del parque.....	51
FIGURA 37: Interacción con amistades en el parque.....	52
FIGURA 38: Adulto mayor con bastón desplazándose en el parque.	52
FIGURA 39: Persona en silla de ruedas acompañada.	53
FIGURA 40: Frecuencia de visita al parque	54
FIGURA 41: Preferencia por ir solo al parque.....	55
FIGURA 42: Razón para visitar el parque.....	56
FIGURA 43: Factores que afectan el desplazamiento desde su casa al parque	57
FIGURA 44: Intersección del Jr. Huiracocha, Av. Cuba y Av. República Dominicana.	57
FIGURA 45: Factores que afectan el desplazamiento en el parque.....	58
FIGURA 46: Antigua calle Diez Canseco.....	58
FIGURA 47: Nueva calle Diez Canseco.....	59
FIGURA 48: ¿Facilidad al cruzar las calles aledañas al parque?	59
FIGURA 49: Edad referencial donde disminuyó la condición física del adulto mayor	60

FIGURA 50: Preferencia al sentaren el parque.....	60
FIGURA 51: Mejoras para sentir más comodidad	61
FIGURA 52: Líneas de desplazamiento en el parque.....	62
FIGURA 53: Imagen de fondo para modelo (background).....	63
FIGURA 54: Trazo de vías, obstáculos y sección de estudio en el parque.....	64
FIGURA 55: Nomenclatura por cada entrada del parque.....	65
FIGURA 56: Gráfica de frecuencia de velocidad para la calibración.....	68
FIGURA 57: Nivel de confianza para calibración.....	71
FIGURA 58: Gráfica de frecuencia de velocidad para la calibración.....	73
FIGURA 59: Nivel de confianza para validación.	74
FIGURA 60: Modelo en 3D.....	75



LISTA DE TABLAS

TABLA 1: Distribución de peatones atropellados según rango de edades.	15
TABLA 2: Frecuencia en salir a jugar en el 2010 y 2014.	18
TABLA 3: Características de los niños por edades.	19
TABLA 4: Velocidades al caminar de peatones agrupados por sexo y edad.....	19
TABLA 5: Necesidades en diseño urbano para peatones con discapacidad.....	23
TABLA 6: Velocidades (m/s) de personas con discapacidad.	24
TABLA 7: Información para satisfacer el estudio de la vida pública.	26
TABLA 8: Factores considerados en el modelo de fuerza social considerado en Viswalk.....	36
TABLA 9: Descripción de los diferentes niveles de comportamiento de los peatones.	37
TABLA 10: Velocidad del adulto mayor que se desplaza SOLO clasificado por rango de edades.....	44
TABLA 11: Velocidad del adulto mayor que se desplaza con BASTÓN clasificado por rango de edades.....	44
TABLA 12: Velocidad del adulto mayor que se desplaza con ANDADOR clasificado por rango de edades.....	45
TABLA 13: Flujos de por cada entrada del parque.....	65
TABLA 14: Porcentajes del flujo peatonal designado a cada destino (calibración) .	66
TABLA 15: Velocidades promedio en viswalk y campo (calibración).	67
TABLA 16: Frecuencia de velocidades al interior del parque.	67
TABLA 17: Intentos de calibración.	70
TABLA 18: Flujos de por cada entrada del parque (validación).	71
TABLA 19: Porcentajes del flujo peatonal designado a cada destino (validación)...	72
TABLA 20: Velocidades promedio en Viswalk y campo (validación).....	73
TABLA 21: Intento en validación.	74

LISTA DE ABREVIATURAS

BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
MTC	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
DGTMIE	Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior de España
FHWA	Federal Highway Administration
MTC	Ministerio de Transporte y Comunicaciones



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad nos encontramos frente a una ciudad monopolizada por las construcciones de viviendas e infraestructuras viales, debido a que en la última década del siglo XX el Perú tuvo una tasa de crecimiento en el sector construcción. Desde el año 2006 la tasa de crecimiento sobrepasa el promedio de los años anteriores (2003 – 2012): en 11.1%, con una excepción en el año 2009 donde cayó a un 6% debido a la crisis internacional (Banco Central de Reserva del Perú, 2011).

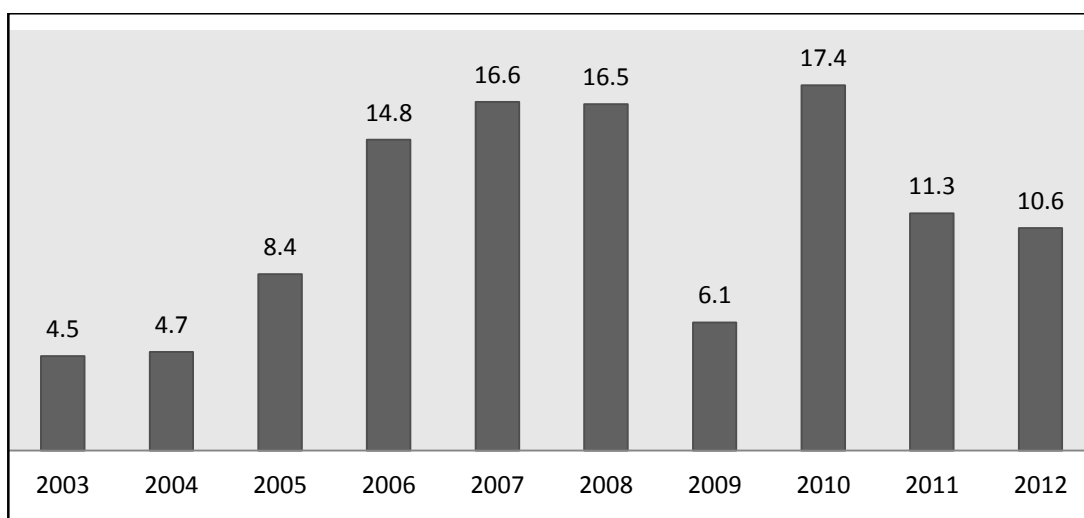


FIGURA 1: Tasa de crecimiento del sector construcción (% Variación Real).

Fuente: Adaptado del Banco Central de Reserva del Perú, 2011.

Además el parque automotor presenta un crecimiento exponencial, tal como se puede apreciar en la figura 2. Por ello, las autoridades encargadas de la gestión del espacio público toman medidas correctivas inmediatas como construcciones de bypass, ampliaciones de carriles, entre otros. Este boom en la construcción y el incremento en el parque automotor se producen debido a la aceleración económica que presenta el país en los últimos años. En consecuencia, se presencia un crecimiento explosivo (espacio y poblacional) de la ciudad donde evidencia un desarrollo desordenado, informal y acelerado que no es regulado por ninguna autoridad encargada (Vega, P., 2006a).

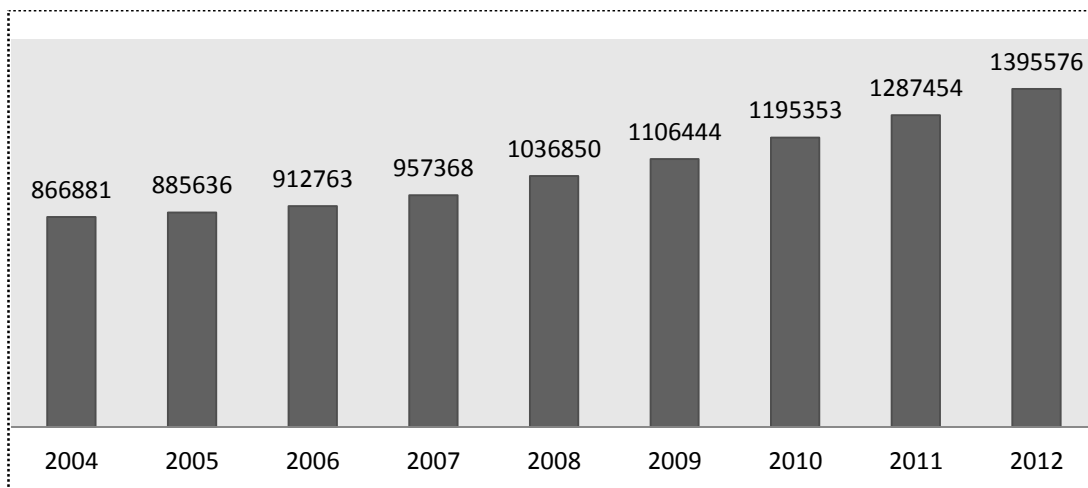


FIGURA2: Parque automotor en circulación en el departamento de Lima.

Fuente: Adaptado del Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2013.1

Las actividades mencionadas quitan protagonismo al peatón y a los espacios públicos, pues las nuevas construcciones (viviendas y autopistas) son construidas sobre parques, veredas, terrenos abandonados y son diseñadas pensando en los vehículos quitando a los peatones espacios públicos donde puedan desarrollar su ciudadanía. En la figura 3 se muestra las estadísticas sobre las opiniones de los pobladores en determinados puntos de la ciudad respecto a los espacios públicos. Los resultados arrojaron la siguiente información: poco más del 50% no se siente ni satisfecho ni insatisfecho, aproximadamente un 26% de la población se encuentra insatisfecho, mientras que un 20% se encuentra satisfecho y un 4% reserva su opinión.

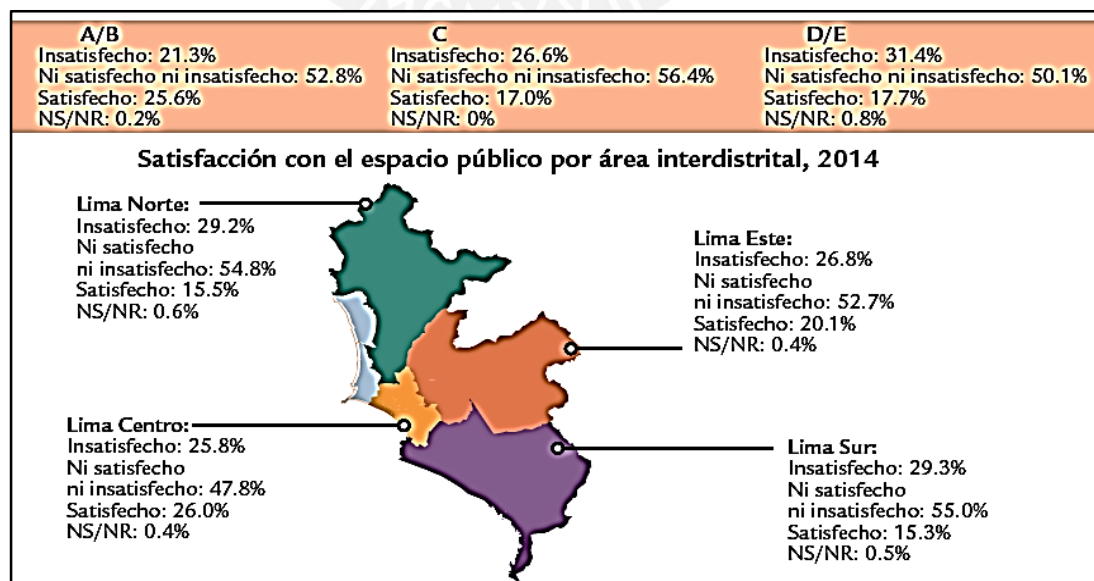


FIGURA 3: Satisfacción con el espacio público por nivel socioeconómico.

Fuente: Lima Cómo Vamos (2014).

Respecto al cuidado de los bienes públicos el 55% de los encuestados sienten que los bienes y espacios públicos están en malas condiciones tal como se muestra en la figura 4 y 5 (Lima Cómo Vamos, 2015). Esto refleja el modelo de movilidad que la autoridad encargada quiere reflejar, pues tiene como prioridad a los medios de transporte motorizados, los cuales van engullendo no solo calles y veredas sino plazas y jardines. Además existe un descuido de los espacios públicos y sus bienes, lo que produce que estos no sean atractivos para los ciudadanos. La encuesta no refleja otra cosa más que lo que diariamente se observa en las calles, pues en la ciudad de Lima se pueden apreciar plazas, parques, y otros espacios públicos en estado de abandono o destruidos.

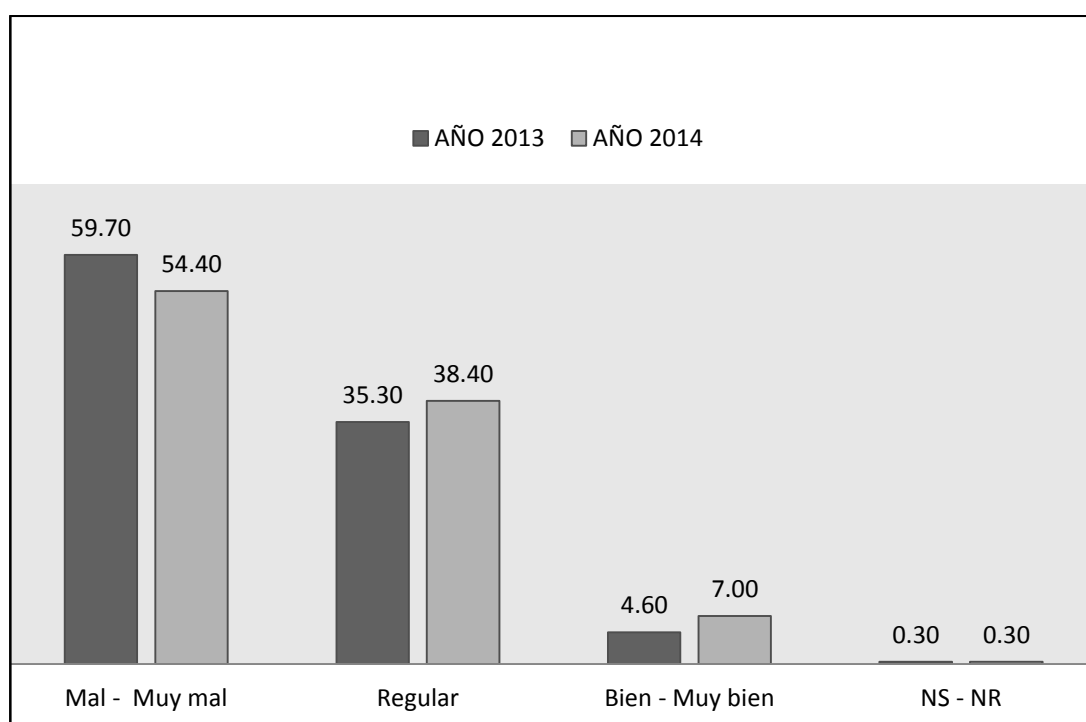


FIGURA 4 Opiniones de habitantes de Lima con respecto a los cuidados de bienes públicos 2013-2014.

Fuente: Adaptado de Lima cómo vamos (2015).

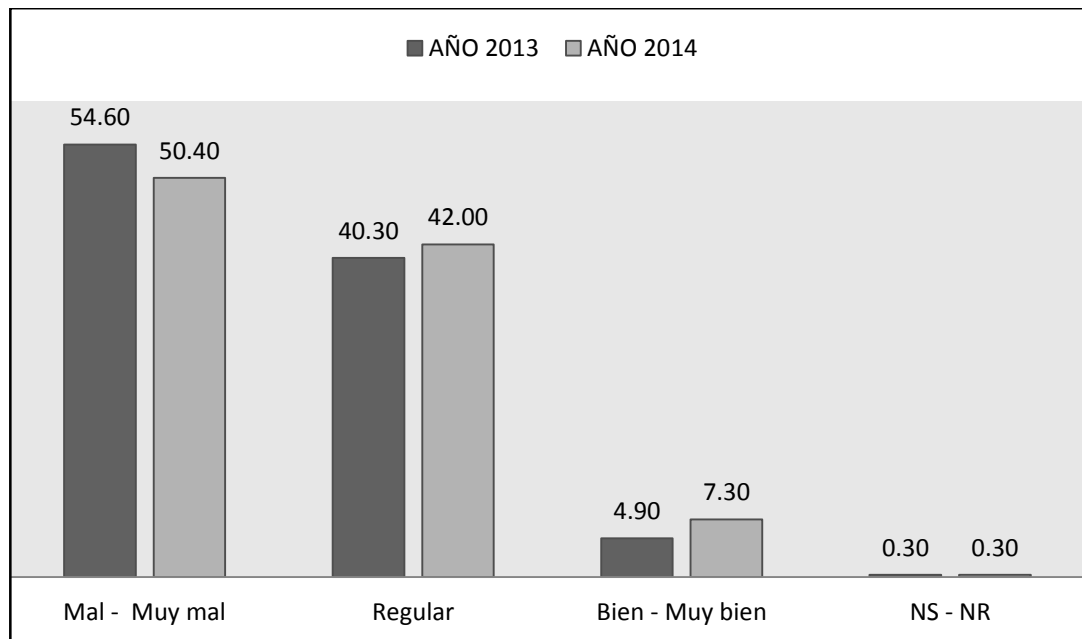


FIGURA 5: Opiniones de habitantes de Lima con respecto a los cuidados de espacios públicos 2013-2014.

Fuente: Adaptado de Lima cómo vamos (2015).

El último informe que realizó el grupo Lima Cómo Vamos en el año 2016 se analizaron los principales problemas para los limeños en el 2015, el cual se presenta en la figura 6. Se observa que el principal problema para todo limeño es la delincuencia y el transporte público, pero también hay un porcentaje considerable en la baja calidad de espacios públicos y la falta de áreas verdes en la ciudad.

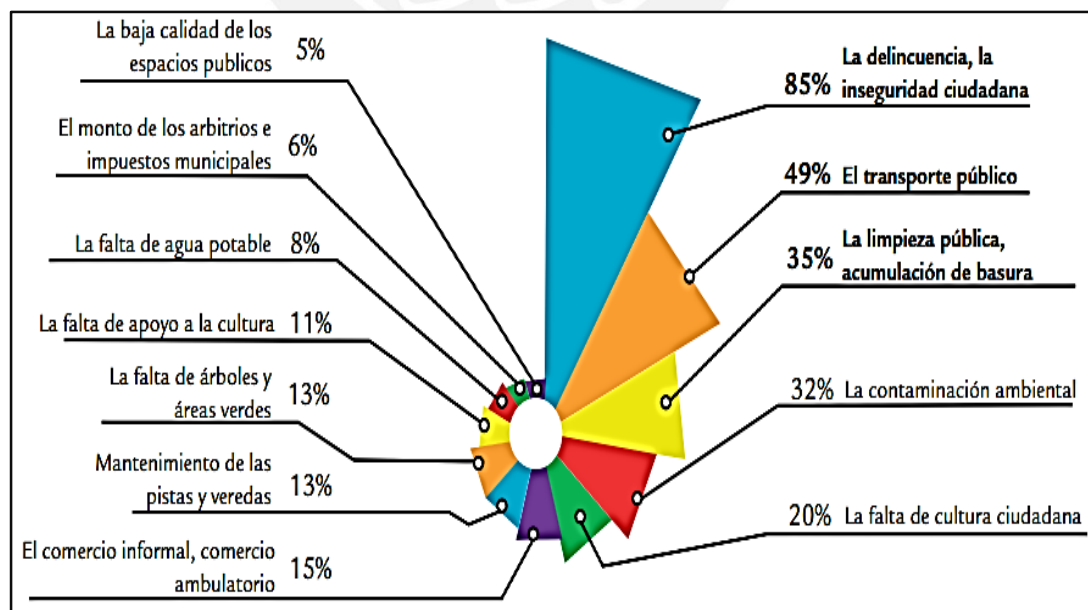


FIGURA 6: Principales problemas de los limeños en la ciudad en el 2015.

Fuente: Lima Cómo Vamos (2016).

Según el urbanista Jordi Borja (Borja, J., 2003a), en su libro “La Ciudad Conquistada”, sostiene que la ciudad es un espacio de cambio histórico donde se realizan manifestaciones a favor o contra el poder; además, mientras existan espacios públicos se tiene la esperanza de progreso y revolución. Esto indica que la gestión y planificación de los espacios públicos tiene una relación directa con el aspecto político y por lo tanto una ciudad que progresa ha de verse reflejada en la distribución de los espacios y bienes públicos.

Se deduce, de lo explicado, que se requiere tener un mayor interés en el estudio y análisis de los espacios públicos y sobre todo en los peatones que transitan por esos espacios públicos puesto que en el Perú esto se ha dejado de lado. Por ello, se cree necesario realizar trabajos de campo que permitan obtener la información necesaria para entender la relación espacio-peatón.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVOS GENERALES

Este trabajo de investigación tiene como objetivo general conocer comportamiento social del adulto mayor en el parque San José ubicado en el distrito de Jesús María.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos de esta investigación son los siguientes: el primero es analizar los datos obtenidos en campo clasificando al adulto mayor de acuerdo a su edad, sexo y condición física. El segundo es representar los desplazamientos de los peatones en el parque por medio del software Viswalk 8.0 e indicar las limitaciones que este programa presente. Para finalizar se desea generar una base de datos futura al documentar toda esta información.

1.3 HIPÓTESIS

El parque San José, ubicado en Jesús María es atractivo para el público en general en especial para el adulto mayor, debido a que este está en una zona comercial. Se detectó que la velocidad del adulto mayor se encuentra en función al género, edad y condición física para su desplazamiento en el parque. Además

se observó que los principales factores que afectan el desplazamiento del adulto mayor son los suelos resbaladizos, materiales irregulares usados en el suelo y los desniveles que presentan la superficie.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

Este trabajo de investigación se centra en recolectar y procesar la información obtenida empíricamente en el parque; además esta información se enfocará en el adulto mayor teniendo en cuenta las características de dicho peatón y el ambiente que rodea el parque. Los autos que se desplazan cerca al parque no serán objeto de estudio en esta tesis, debido a que es un enfoque netamente peatonal.

Las limitaciones presentadas en este estudio es la negación del adulto mayor en la participación de la encuesta que se hará en campo. Además no se considerará al adulto mayor que transite por zonas aledañas al parque. Por otro lado, el software solo representa flujos peatonales pero no toma en cuenta a las personas sentadas o que permanecen de paradas.

CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 EL ESPACIO PÚBLICO

2.1.1 DEFINICIÓN

El espacio público es aquel espacio visible, de dominio público, multifuncional y de uso social colectivo. Su característica principal es la accesibilidad, lo que le da un carácter de centralidad para los ciudadanos (García, M, 2009); sin embargo, el espacio público moderno proviene de la separación legal entre la propiedad privada y pública. Katharin Knox (2007) indica que existen espacios públicos de carácter privado como los centros comerciales, galerías de arte, exposiciones y otros, que hoy en día son muy concurridos por los ciudadanos para realizar actividades semejantes a las que se pueden desarrollar en espacios públicos no privados. A estas definiciones debemos de sumarle otros aspectos como los socio-culturales, políticos y económicos puesto que son importantes al momento de analizar aspectos como los que se están tratando (Neal, Z, 2009).

Por su parte Borja (Borja, J., 2003a), al igual que Segovia y Jordán (Segovia, O. y Jordán, R., 2005), afirma que los espacios públicos son de índole jurídico; por lo tanto, esto nos indica que están regulados por la administración pública o la entidad estatal que tenga las facultades de dominio del suelo. Esta entidad debe de garantizar la libre accesibilidad a todos los ciudadanos que lo deseen siempre y cuando estos cumplan ciertas normas para su utilización. Estos autores recalcan que nos encontramos frente a una aproximación jurídica puesto que es un espacio regulado por una administración pública que posee facultades (dominio, condiciones de utilización e implementación de actividades) sobre este y debe de garantizar la accesibilidad y demás aspectos necesarios que garanticen una transitabilidad adecuada.

Desde la sociología se entiende al espacio público como un territorio del que nadie puede apropiarse; es un punto de encuentro en el cual todos tienen los mismos derechos y como ejemplo citamos a un parque, una calle, etc. Establecer contacto en esos lugares significa encontrarse en un terreno neutro, en el que no existe un dueño particular (Mela, A., 1996). Del mismo modo, Carmen Bellet afirma que el espacio público es un espacio plural, flexible y democrático donde se organiza la experiencia social que permite desarrollar libremente el intercambio y la interacción

entre individuos y colectivos, es decir un espacio donde se interrelacionan las escalas individuales y las colectivas (Bellet, C., 2009).

Asimismo desde una perspectiva sociocultural Mean y Tims dicen que los espacios públicos desempeñan un papel fundamental en la vida social de las comunidades, actuando como un servicio de auto-organización compartido, en el que se crean experiencias y valores (Mean, M. y Tims, C., 2005). Bajo este mismo criterio los espacios públicos cumplen un papel vital en la vida social y económica de las ciudades, por ello, nuevos tipos de espacios públicos y lugares de reunión están siendo creados en pueblos y ciudades que serán importantes recursos sociales (Knox, K., 2007).

Se puede apreciar que los espacios públicos contribuirán de una manera eficiente a la ciudadanía siempre que sean polivalentes y funcionales, además de fomentar el intercambio social; así tenemos que los espacios públicos no son solo lugares de esparcimiento de los ciudadanos, de intercambio social, lugares para escapar de la rutina diaria sino que son espacios en los que se van a desarrollar la política, la economía y la cultura (Fonseca, J., 2014, y Borja, J. 1998b).

2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS

Según el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (2009a) el 40% de las ciudades son espacios públicos (plazas, parques o paseos, etc.) en los que se experimentan interacciones sociales. Por ello, estos espacios deben contar con ciertas características para que los peatones que transitan por estos espacios se sientan más cómodos y su estancia sea más agradable. Gonzales, E. (2008) indica que un espacio público pertinente debe presentar las siguientes características:

- **Propiedad publica**

Los espacios públicos deben identificarse como propiedad de todos, de la comunidad y del Estado, formando así parte del espacio colectivo en el que se abarca el espacio público y privado (Gonzales, E., 2008 y Ricart, N., 2013). Cabe resaltar que los espacios públicos no sólo están administrados por las entidades públicas sino también por las personas que día a día transitan o hacen uso de estos. Por ello, se dice que son de responsabilidad limitada y compartida puesto que la gestión y la producción de los espacios públicos van de la mano (Joseph, I., 2002).

- **Accesibilidad**

La palabra accesibilidad en los últimos años ha ido cambiando, ya que en un primer momento se asociaba a la eliminación de barreras físicas y facilitar el acceso a los entornos públicos; sin embargo, esta definición parcial ha ido evolucionando a englobar a la persona y a su entorno como un todo (educación, transporte, deporte, cultura ocio y otros). Los espacios públicos deben de ser visibles para la comunidad o ciudad sin la necesidad de hacer algún esfuerzo para localizarlos; por ello, los mejores espacios públicos son aquellos que no presentan muros o mallas que impidan ver dentro de estos. Por otro lado, deben de ser espacios donde todos puedan acceder sin ninguna distinción de sexo, raza o condición social (Gonzales, E., 2008). Por lo tanto no debemos de plantear soluciones que señalen de manera diferenciada a los ciudadanos, sino que se trata de implementar soluciones que puedan ser utilizadas por todos, de tal manera que podamos construir espacios en los que los ciudadanos puedan desplazarse de manera autónoma y con libertad (Benito, J., Junca, J., Rojas, C. y Santos, J., 2005).

- **Plurifuncionalidad**

Un espacio plurifuncional debe de ser flexible a los cambios de tal manera que permita la libre evolución de la ciudad sin necesidad de ser modificados permanentemente (Gonzales, E., 2008). Del mismo modo Borja (Borja, J., 2003) indica que un área plurifuncional es *“un área que permite flexibilidad de usos es la que mejor se adapta a la evolución de la ciudad y se puede mantener correcta durante mucho tiempo”*.

Por otro lado el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (2009) afirma que un espacio público debe cumplir con las siguientes características básicas: accesibilidad, que debe garantizar el libre acceso a todos los ciudadanos vulnerables o no; confort, que implica brindar los diferentes mobiliarios adecuados y en buen estado; uso, referido a construir espacios flexibles a las diferentes expresiones recreativas que se puedan desarrollar (culturales o encuentros sociales) y la integración social es decir que los espacios públicos ayuden en el fortalecimiento de los vínculos sociales y culturales que se desarrollan entre personas o grupos étnicos.

2.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS

Los espacios públicos desde tiempos remotos se han caracterizado por transformar y enriquecer los paisajes urbanos puesto que son fundamentales para la interacción social (Borja, J. y Muxi, Z., 2000). Por ello, los espacios públicos están clasificados de acuerdo a ciertas características según La Habana, Sistema de Información Territorial del Plan Maestro (2013):

- **Plaza**

La plaza es un espacio rodeado por árboles y edificaciones en la que afluyen varias calles. Una Plaza es un espacio público en la que propios y visitantes pueden desarrollar diferentes actividades de intercambio social y de sano esparcimiento. Podemos clasificarla según su función como central, cívica y de mercado; asimismo podemos organizar las plazas según las áreas como plazas de áreas verdes y pavimentadas o plaza ajardinada y dura.

- **Parque Urbano**

Los parques urbanos son lugares que tienen como componente fundamental el área verde, estos están implementados con mobiliario urbano, piezas de carácter ornamental y conmemorativo. De acuerdo a su escala, tamaño y ubicación pueden formar parte de la centralidad de la ciudad.

- **Paseo arbolada o Alameda**

Las alamedas son caracterizadas por su linealidad y por otorgar el libre flujo peatonal paralelo al sistema vial. También podemos distinguir en estas la presencia de vegetación, mobiliario urbano, amplias secciones longitudinales, elementos ornamentales y conmemorativos.

- **Parque infantil**

Los parques infantiles se diferencian de otros espacios públicos por contar con mobiliario y equipamiento mecánico adecuado para los niños, sin dejar de lado el mobiliario urbano, jardinería y arbolada. Los parques infantiles, por razones de seguridad, suelen estar cercados.

- **Vía pública**

Las vías públicas son corredores comerciales y ejes de interconexión, asimismo están asignadas para el desplazamiento de los vehículos y de los peatones. Las Vías Públicas se clasifican en: arterias principales, calles arteriales menores, vías colectoras y vías o calles locales.

- **Franja costera o frente de agua**

Las franjas costeras son espacios cercanos a la costa donde los ciudadanos realizan diferentes actividades recreativas. Presentan un adecuado mobiliario urbano y componentes significativos del paisaje urbano.

2.1.4 LOS PARQUES Y SU ROL EN LA SOCIEDAD

Los parques, como espacios públicos, permiten que las personas (sin importar el nivel socioeconómico) interactúan conviviendo con la naturaleza. Tienen un valor social amplio puesto que contribuyen con las personas para que se sientan identificadas con su localidad y tengan oportunidades de interrelacionarse y poder transmitir a nuevas generaciones los recuerdos de su sociedad. Así, los parques cumplen una función fundamental en el desarrollo de las personas porque es en estos lugares donde se desarrollan las primeras oportunidades de interacción, intercambio e inclusión social; facilitando, de esta manera, el desarrollo de lazos comunitarios; además podemos agregar que define los parques como espacios donde las personas de diferentes clases socioeconómicas interactúan conviviendo con la naturaleza (Chiesura, A., 2003 y Madanipour, A., 1992).

Los parques a menudo son vistos como espacios para escapar de la rutina diaria y poder fortalecer los vínculos sociales. Estos cumplen diferentes roles en la sociedad: beneficios físicos, sociales, psicológicos y medio ambientales (Chiesura, A., 2003). Además, según los parques urbanos son espacios donde las dimensiones metafísicas de la naturaleza se pueden apreciar, lo cual ayuda a los ciudadanos a disminuir sus niveles de estrés, de esta manera las personas pueden obtener otros beneficios psicológicos de la naturaleza Zengel y Turkeseven (2014).

Stephen Kaplan (1995) indica que en los parques se desarrollan dos actividades diferentes: actividades pasivas y actividades activas. Las actividades pasivas permiten la socialización informal e incentiva a las actividades sedentarias donde las personas pueden disfrutar de la naturaleza y el aire fresco. Las actividades activas están referidas a las actividades deportivas. Cabe señalar que en los países desarrollados, en los últimos años, la visión de los parques ha ido variando puesto que son vistos de manera futurista y deben contribuir con el desarrollo social y con el desarrollo y dinamización de la economía, crear infraestructura y áreas verdes contribuyendo, así, a tener una población saludable.

La National Recreation and Park Association y American Planning Association (2014) enumera los principales roles de los parques con visión futurística:

- **El desarrollo económico**

En la actualidad las personas prefieren comprar sus viviendas cerca a parques o áreas de espacios abiertos porque se considera que al vivir cerca de estos les permitirá ejercitarse, de ahí que se considera que los parques contribuyan con el desarrollo de la economía. Con esta expectativa se generara una mayor cantidad de empleo, nuevas posibilidades de negocios, se aumenta el atractivo turístico de la ciudad, además de reducir contaminación ambiental.

- **Poblaciones saludables**

El sedentarismo, sumado a la mala praxis de alimentación, está afectando grandemente a la salud de los pobladores del Perú y del mundo, en general, ha generado que niños (de 7 años en adelante) presenten cuadros de obesidad y en los adultos diferentes enfermedades causados por estos malos hábitos. Lamentablemente, hasta la actualidad, la mayor parte de la población no concibe a los parques como espacios de esparcimiento saludables en los que se puede escapar de la vida sedentaria y rutinaria. Por ello, el objetivo del Estado y de diferentes asociaciones al construir parques debe ser el fomentar y promover la práctica de ejercicio de tal manera que la visión de los parques debe de modificarse y verlos como tranquilizantes naturales, liberadores del estrés de tal manera que se cree estilos de vida más saludables.

- **Infraestructura verde**

Los parques deben de tener infraestructura verde considerable, es decir deben tener áreas verdes consideradas. Esto permitirá purificar el aire, controlar cambios climáticos, mejor aprovechamiento de las aguas fluviales, usar energía renovable. En conclusión, los parques deben cumplir con ciertos parámetros ecológicos y que contribuyan con mejoras para el desarrollo sostenibles de las ciudades.

Ana Chiesura (2003) presenta un gráfico en el que indica de manera gráfica el cómo encaminarse para tener, en un futuro próximo, ciudades sostenibles:

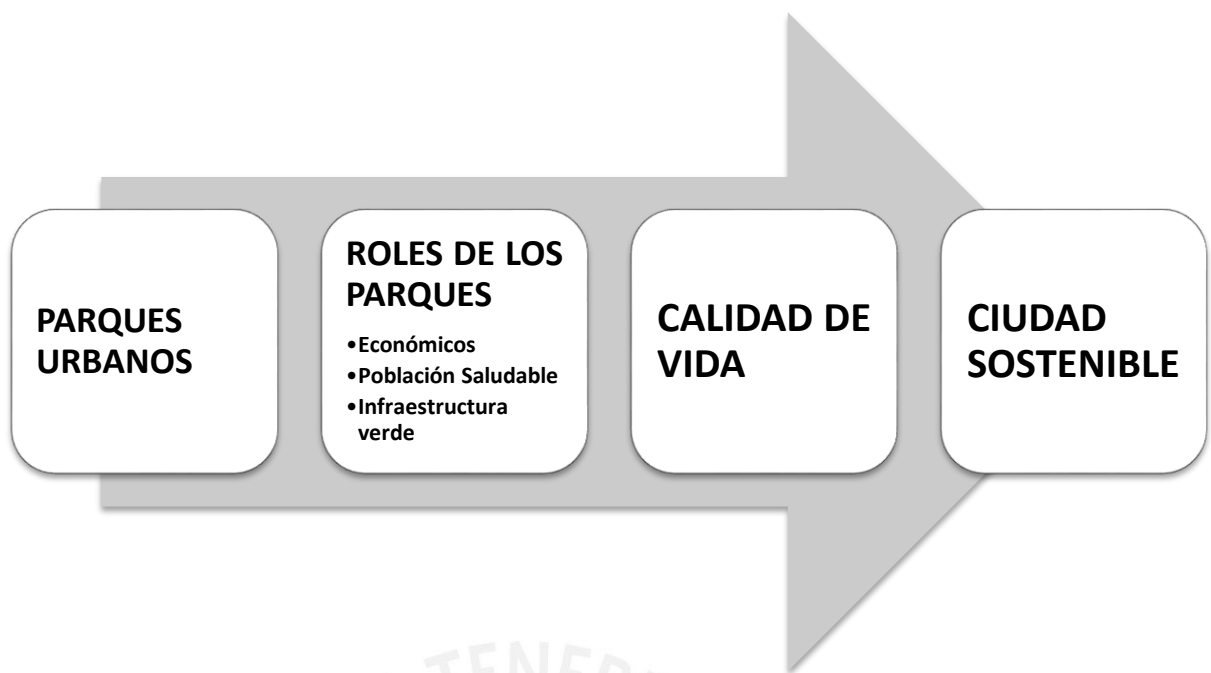


FIGURA 7: Estructura de la influencia de los parques urbanos en una Ciudad Sostenible.

Fuente: Adaptado de Chiesura (2003).

Concluimos, este apartado, considerando que los parques cumplen diferentes roles: socioculturales, ambientales, económicas y educativos. Actualmente los países desarrollados se proyectan a mejorar algunos de estos roles para tener una mejor calidad de vida y para lograrlo se están enfocando en mejorar los aspectos abióticos y bióticos para obtener ciudades sostenibles sin dejar de lado el papel que cumplen los ciudadanos en estas mejoras.

2.2 CIUDADANOS SIN AUTONOMIA

La movilidad sostenible tiene el siguiente orden: peatón, ciclista, transporte público, transporte de carga y el automóvil (Olivares, C., 2012). En la figura 8 se indica el porcentaje de viaje de los ciudadanos durante el año 2012: transporte público, peatón, Automóvil y bicicleta. Los resultados indican que el principal medio de transporte es el público, aunque el desplazamiento a pie también tiene un porcentaje aproximado al del transporte público. Dado que la población suele movilizarse a pie por el tráfico o porque se desplazan a zonas aledañas, es válido hacerse la siguiente pregunta: ¿los peatones tienen las mejores condiciones para tener un desplazamiento seguro y cómodo en los espacios públicos? (MTC, 2009).

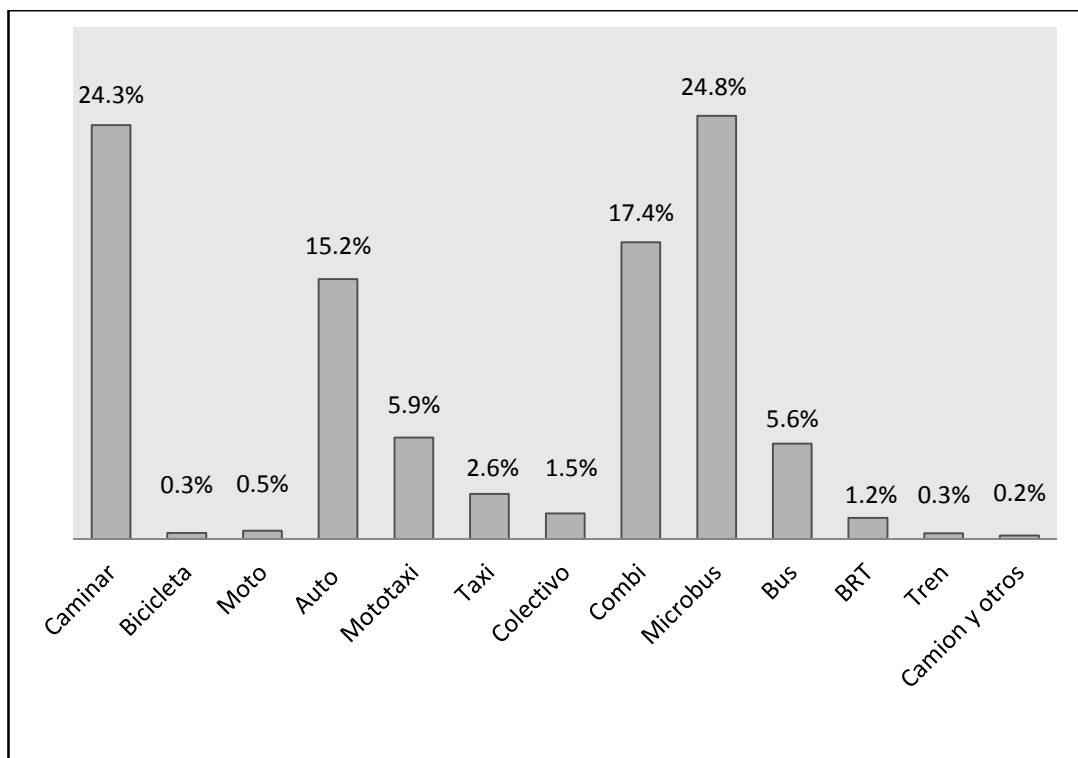


FIGURA8: Porcentajes de viajes en el año 2012 en Lima.

Fuente: Adaptado del MTC (2009).

En la siguiente figura se muestra cuáles son los propósitos de dichos viajes. Los resultados indican que un 47,6% se desplaza a su casa, seguido de personas que se desplazan a lugares privados (18,9%) y al trabajo (16,9%) y sólo un 2,5% se desplaza por negocios (MTC, 2009).

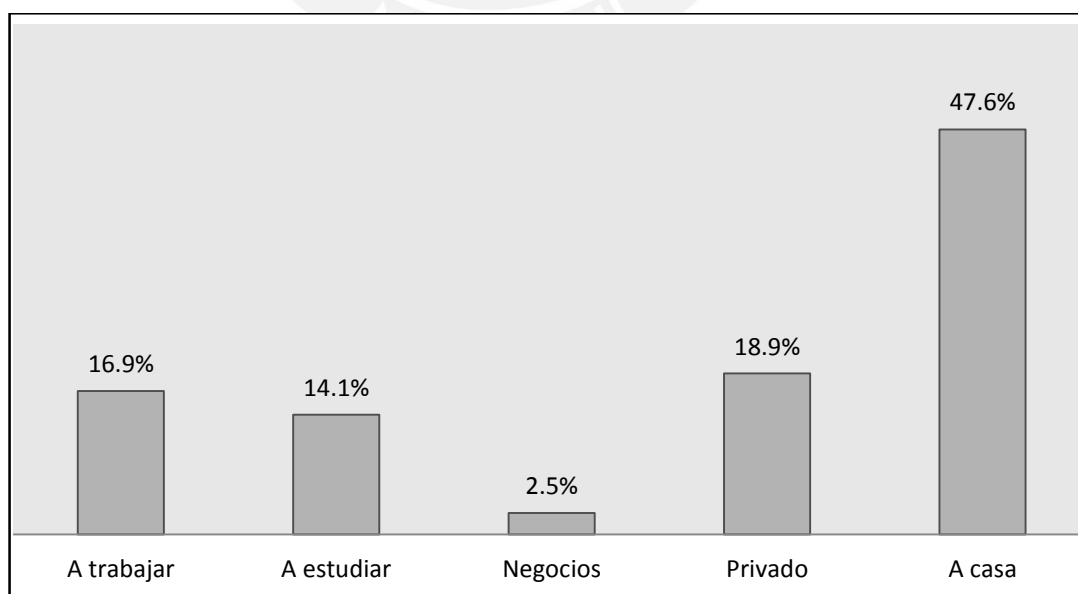


FIGURA9: Propósitos de viajes en el año 2012 en Lima.

Fuente: Adaptado del MTC (2009).

El protagonista en los espacios públicos es el peatón, sin embargo en las últimas fechas el número de peatones atropellados se ha incrementado considerablemente, tal como se muestra en la tabla 1 se observa que la población más afectada en accidentes son aquellos que se encuentran en el rango de edad entre 19 y 40 años debido a que se encuentran económicamente y socialmente activos. Por otro lado, se observa que el segundo grupo más afectado es el conformado por adultos mayores y es el que presenta el mayor porcentaje de muertes en atropellos, lo que hace a este grupo de personas más vulnerables.

TABLA 1: Distribución de peatones atropellados según rango de edades.

Fuente: Adaptado del MTC (2009).

EDAD	TOTAL		
	ILESOS	HERIDOS	MUERTOS
	PERSONAS ATROPELLADAS		
0 A 5	1%	9%	2%
6 A 12	1%	14%	2%
13 A 18	3%	10%	6%
19 A 40	65%	35%	30%
41 A 60	26%	19%	28%
61 A MÁS	4%	13%	32%

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2010) mostró un panorama similar, pues las personas mayores de 18 años tienen un porcentaje de casi 69, 7% de accidentes. En cuanto a accidentes de tránsito en menores de edad tiene un porcentaje de casi 9,5%, tal como se muestra en la figura 10.

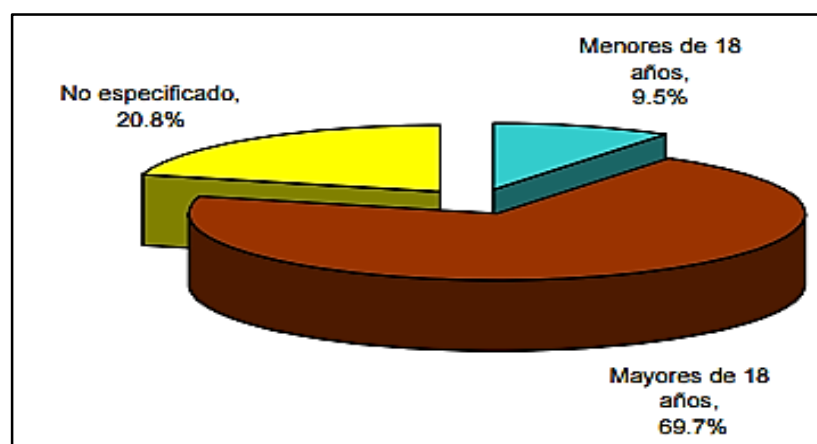


FIGURA 10: Grupo de edades involucrados en accidentes de tránsito.

Fuente: INEI - Encuesta de comisarias sobre accidentes de tránsito 2010.

Las principales causas de esos accidentes de tránsito en el país se deben a diferentes causas. La principal causa es por imprudencia del peatón (53%) y sólo un 37% se debe a imprudencia del conductor, tal como se muestra en la siguiente estadística.

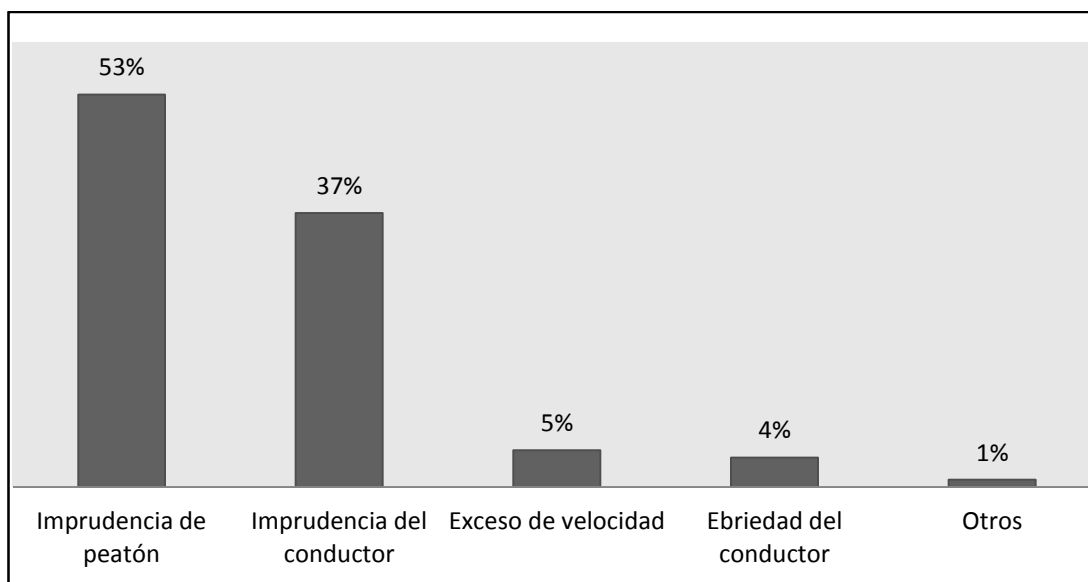


FIGURA11: Causas atribuibles a los atropellos.

Fuente: Adaptado del MTC (2009).

Las estadísticas reflejan la vulnerabilidad de los peatones en los espacios públicos. La Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior de España (2011) indica que dicha vulnerabilidad se debe a 3 factores: configuración del espacio público, prioridad al transporte motorizado y hábitos ciudadanos. El primer factor es un reflejo del modelo y prioridad por el que apuestan los responsables del espacio público (responsabilidad política) pues estos hacen una configuración y diseño en base a la movilidad que están eligiendo. Lo ideal es tener al peatón y ciclista como protagonistas creando ambientes seguros, cómodos y accesibles para que la tasa de accidentes sea la menor posible. El segundo factor es el medio de transporte, protagonista de la movilidad en la ciudad, sin embargo los encargados de los espacios públicos deberían planificar y gestionar el sistema de transporte para que no afecte a la población, especialmente a la vulnerable. El último factor consiste en que la población tenga educación vial para que toda interacción (peatón-peatón y peatón-vehículo) sea buena y así evitar accidentes de tránsito.

El colectivo vulnerable es aquel grupo que se encuentra constantemente expuesto al peligro en cualquier accidente de tránsito, en dicho colectivo se encuentra el peatón y el ciclista tal como se muestra en la Figura 12 (DGTMI, 2011). La

vulnerabilidad tiene una relación directa con los espacios públicos y los medios de transporte a motor, además la vulnerabilidad depende del estado físico, edad del peatón y comportamiento al desplazarse por la vía pública. Para poder reducir los peligros en las calles se requieren tener conocimientos de los factores relacionados al diseño de la vía pública y tomar medidas para la protección en estas.

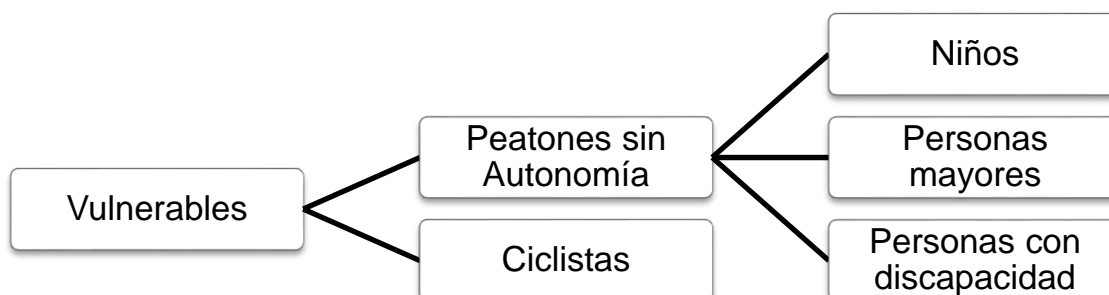


FIGURA12: Colectivos vulnerables en espacios públicos.

Fuente: Adaptado DGTMI (2011).

Los siguientes temas a estudiar serán los peatones sin autonomía: niño, adulto mayor y personas con discapacidad. Primero se realizará una estadística del peatón en mención en el Perú, luego se describirá sus características y finalmente se presentaran sus respectivas velocidades.

2.2.1 NIÑOS

Según el INEI en el Perú viven 6,9 millones de niños de 0 a 11 años de edad y representa al 21 % de la población total, de los cuales el 51% son varones y 49% son mujeres (INEI, 2016). Históricamente los niños son ciudadanos discriminados para el diseño urbano pues se suele usar un diseño bajo el concepto de ciudad para el automóvil, esto refleja los pocos espacios protegidos y con autonomía que tienen los niños (Borja, J., 2003a). Esto se puede comprobar con los estudios que se realizó entre los años 2010 y 2014 en Lima sobre la frecuencia en que los niños salen a jugar en los espacios públicos.

En la tabla 2 se muestra que mientras que en el 2010 un 20,9% de niños solían salir a jugar en los espacios públicos siempre o casi siempre, en el año 2014 esto disminuyó notablemente y sólo un 15,3% de niños salen a jugar en espacios públicos siempre o casi siempre. Un 29,8% solía salir a jugar algunas veces en el 2010, esta situación no ha varió en el año 2014 puesto que un 28,6% sale a jugar sólo algunas veces al parque o espacios públicos. El mayor porcentaje indicó que el

2010 el 32,7% de los niños salían a jugar a parques o espacios públicos pocas veces, situación que no cambió en 2014 pues vemos que el 33,2% solía salir a jugar pocas veces. Estos resultados se deben a que uno de los peligros más constantes que acechan a los niños en las calles son los vehículos e inseguridad (Tonucci, F., 2004).

TABLA 2: Frecuencia en salir a jugar en el 2010 y 2014.

Fuente: Adaptado del Lima como Vamos (2015).

FRECUENCIA PARA SALIR A JUGAR	2010	2014
Siempre o casi siempre	20.9%	15.3%
Algunas veces	29.8%	28.6%
Pocas veces	32.7%	33.2%
Nunca o casi nunca	15.2%	20.9%
ns/nr	1.4%	2.0%

Esto quiere decir que los padres tienen la necesidad de acompañar a sus hijos a la mayoría de lugares que estos concurren, lo cual quita independencia al niño a explorar el mundo; por lo tanto, se requiere ciudades con la infraestructura adecuada para que los niños jueguen con libertad. Por ello, Tonucci en su publicación “La Ciudad de los Niños” (2004) sostiene que para que un niño juegue con libertad en las calles se debe tener espacios adecuados y seguros para los niños para que se desenvuelven, jueguen y crezcan disfrutando su infancia lo más que puedan.

Los niños son individuos curiosos y sumamente activos por el instinto de indagar el porqué de todo lo que ven, están en constante aprendizaje dado a la escasa experiencia que poseen. También son seres ingenuos pues aún – en la mayoría de casos – no han conocido los peligros que ocurren en la ciudad. La Federal Highway Administration (2006) señala que los niños como peatones tienen características diferentes a la población adulta y por ello, todo diseñador urbano debe tenerlos en consideración. Los niños tienen un campo visual de 70° mientras que un adulto tiene un campo visual de 180°, los niños no conocen todas las reglas de seguridad vial y su importancia. Además, estos al tener baja estatura no tiene buen panorama para la toma de decisión, no suelen seleccionar correctamente entre la derecha e izquierda, tienen dificultades para administrar su atención y se distraen con facilidad. En la Tabla 3 se detalla las principales características de los niños agrupadas por etapas.

TABLA 3: Características de los niños por edades.

Fuente: Adaptado del FHWA (2006).

ETAPA	CARACTERÍSTICAS
BEBES Y NIÑOS PEQUEÑOS [0 A 4]	<ul style="list-style-type: none"> - Inicio del proceso para caminar. - Requieren supervisión constante. - Desarrollan su visión periférica y percepción. - Impulsivos e impredecibles.
NIÑOS "JOVENES" [5 A 12]	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión de los padres y toma de decisión ante una nueva experiencia. - Limitados en el entretenimiento, pues hay falta de experiencia. - Baja estatura para ser visible por los conductores. - Tiende a imitar comportamiento de mayores.
PRE- ADOLESCENTES [13 A 14]	<ul style="list-style-type: none"> - Ya tiene varias capacidades físicas desarrolladas. - Aun carecen de experiencia y formación. - Deseos a nuevas experiencias. - Paseos en condiciones de riesgo. - Falta de modelos positivos. - Se sienten invulnerables.

Por naturaleza todo niño es activo, sin embargo no tienen todas sus capacidades físicas desarrolladas es por eso que su velocidad es inferior a la de un adolescente o de una persona adulta. En la tabla 4 se observa datos de velocidades de los adolescentes y niños. La tendencia en ambos grupos da como resultado que los adolescentes tienen una velocidad de desplazamiento mayor al de los niños debido a que los niños aun no desarrollan todas sus capacidades físicas lo que produce que caminen un poco más despacio que los adolescentes.

TABLA 4: Velocidades al caminar de peatones agrupados por sexo y edad.

Fuente: Adaptado de Campos, F. (2014)

EDAD Y SEXO	VELOCIDAD (M/S)
ADOLESCENTES	1.8
NIÑOS DE 6 A 10 AÑOS	1.1

2.2.2 ANCIANOS

Cuando una persona envejece va perdiendo fuerza, se vuelve más frágil y delicado, comienzan los problemas el sistema sensorial e inmunológico, entre otros. Federal Highway Administration (2006) realizó una investigación en la que concluye que los mayores de edad, hasta los 65 años, producen una disminución gradual del rendimiento físico y muchos no sobrevivan a lesiones graves. En España, un 27.2% de la población mayor a 65 años son víctimas de accidentes, lo cual es preocupante puesto que la población de adultos mayores aumenta cada año en Europa a causa del envejecimiento de la población (DGTMIE, 2011). En Perú se tiene un panorama similar, pues en el 2013 el adulto mayor representó un 9.2% de la población del país es decir 2.8 millones, además se estima que la población de personas mayores a 60 años aumentará al 11.2% de la población para el bicentenario (INEI, 2013) como se observa en la figura 13.

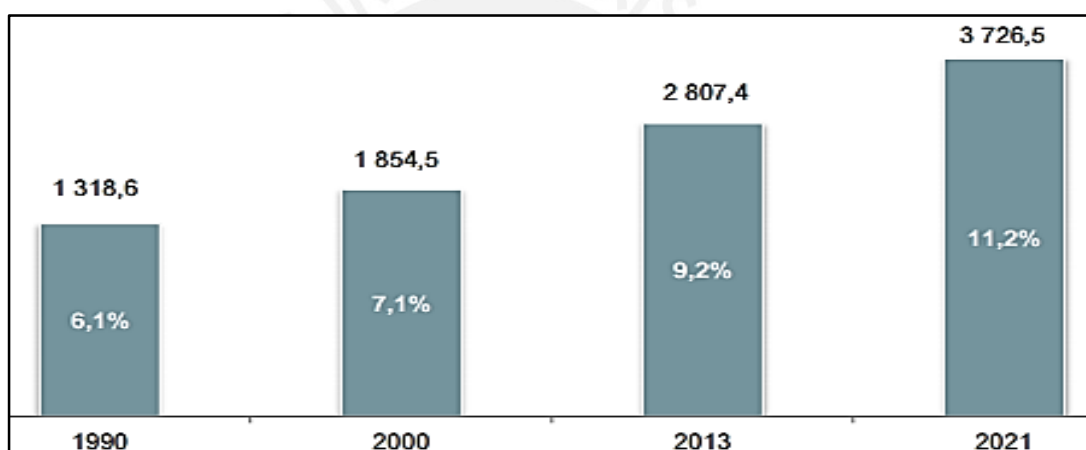


FIGURA13: Porcentaje de población de 60 y más años (en miles).

Fuente: INEI, 2013.

Características del adulto mayor

- El adulto mayor tiende a caminar más pues realizan esta acción como ejercicio; sin embargo hay mayor inseguridad o miedo ante obstáculos debido a que experimentan una reducción relativa de la visión, audición, equilibrio, agilidad, velocidad y fuerza.
- Falta de concentración puesto que a esta edad tienden a concentrarse en un solo objeto a la vez y suelen reducir sus capacidades físicas ante la presencia de poca luz.

Las vivencias de las personas de la tercera edad son muy diferentes a la de las personas jóvenes pues, como se explicó anteriormente, tiene limitaciones en sus capacidades. Esto nos les permite tomar una decisión inmediata ante cualquier percance que puedan tener en las calles debido a que sus tiempos de reacción son más lentos al igual que las habilidades de toma de decisión (Federal Highway Washington Administration, 2016).

Diferentes autores han realizado estudios de las velocidades del adulto mayor en distintos espacios. La FHWA (2006) obtuvo una velocidad promedio igual a 0.97 m/s para adultos mayores a 65 años; Knoblauch, R., Pietrucha, M. y Nitzburg, M. (1996) presentó una velocidad promedio igual a 0.92 m/s para adultos mayores a 60 años; y Fitzpatrick, K., Brewer, M., & Turner, S. (2006) obtuvo una velocidad promedio de 0.9 m/s. Estas velocidades tienen un promedio de 0.93 m/s para una edad mayor a 60 años.

La velocidad con la que se puede desplazar un adulto joven es distinta a la de los adultos mayores. Así se puede notar que el adulto mayor tiene mayor dificultad para cruzar calles, tienen temor al tomar un transporte, dificultad para actuar rápidamente y tomar las precauciones pertinentes de manera oportuna. Pese a las dificultades que puedan tener las personas mayores se observa a muchos de estos en los parques o vías peatonales, lugares donde pueden distraerse y recrearse. Sin embargo, aún existen deficiencias en los diseños de espacios públicos para que ellos tengan comodidad, seguridad y fácil desplazamiento por la ciudad (Jerez, S. y Torres, L., 2012).

Consideramos que el adulto mayor requiere de espacios públicos (especialmente parques) en los que puedan desarrollar relaciones y de recreación, además de actividad física. Por ello creemos necesario que los espacios públicos en los que ellos se desplazan deben de proveer una infraestructura pertinente para que las personas estos se desplacen de manera segura, sin temor a sufrir accidentes de tránsito u otro tipo de accidentes por mala infraestructura.

2.2.3 PERSONAS CON DISCAPACIDAD

La Ley N° 29973 en el Capítulo I, artículo 2, define a la persona con discapacidad (PCD) como “aquella que tiene una o más deficiencias físicas, sensoriales, mentales o intelectuales” (Ley N°29973, 2012, p. 482000) Según la Encuesta nacional especializada sobre discapacidad realizada el 2012 por el INEI se

estimó que aproximadamente 1.5 millones de personas en el Perú padece de alguna discapacidad lo que representa un 5.2% de la población nacional. Del porcentaje mencionado se obtuvo que el 52.1% son mujeres y el 47.9% son hombres. Del porcentaje total de PCD se obtuvo que las personas mayores a 30 años sufren alguna discapacidad debido a que presentan más del 15% en comparación de los menores de 18 años.

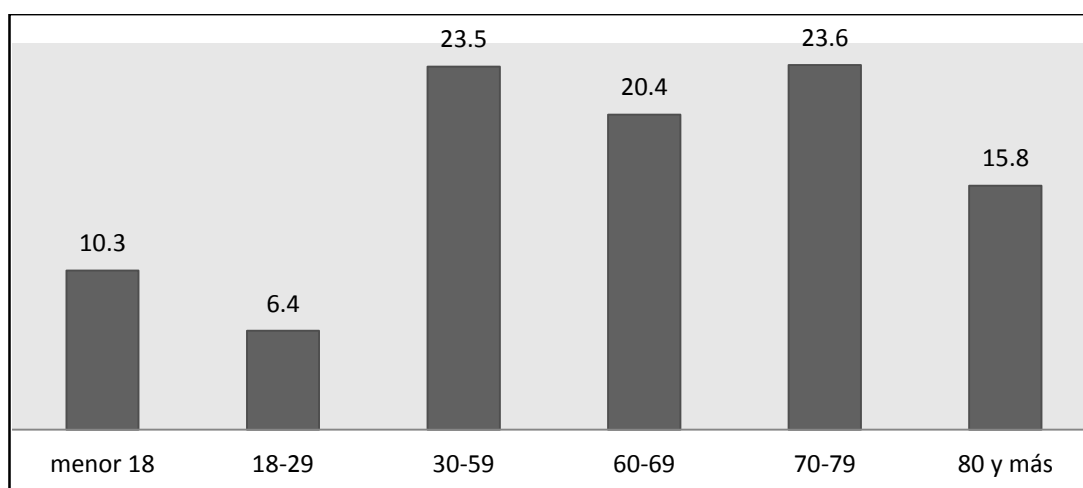


FIGURA 14: Población con alguna discapacidad agrupada por edades (porcentaje).

Fuente: Adaptado de INEI, 2012.

Las limitaciones encontradas en la población de las personas con discapacidad por el INEI en el 2012 son las presentadas en la figura 15. Estas personas se caracterizan por requerir ayuda para su movilidad pues su agilidad, equilibrio y estabilidad se reduce; además presentan una disminución en la coordinación y destreza física (Instituto de Desarrollo Urbano, 2008). Además el INEI clasificó a las PCD por el número de limitaciones que presentaban donde la mayor porción se encontraba los que tenían 1 limitación (38.6%), la segunda porción con mayor porcentaje fue aquellos que tenían 2 limitaciones (30.3%), seguido del 17.7% con 3 limitaciones, con 4 limitaciones un 9.2%, y con 5 o más limitaciones 4.3%.

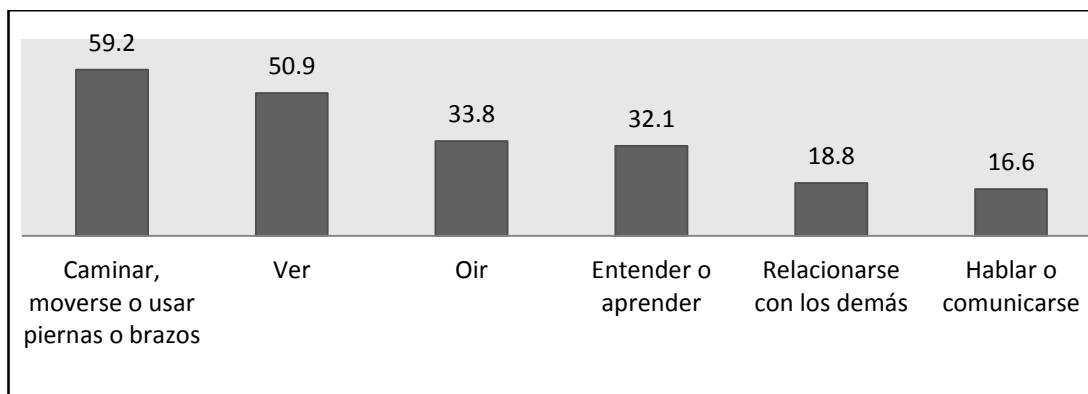


FIGURA 15: Población por tipo de limitación (porcentaje).

Fuente: adaptado de INEI, 2012.

La Ley N° 29973, Capítulo I, artículo 3, sostiene lo siguiente: *“Las personas con discapacidad tiene los mismos derechos que el resto de la población. El estado garantiza un entorno propicio, accesible y equitativo para su pleno disfrute sin discriminación”* (Ley N°29973, 2012, p. 482000). Además, las PCD requieren utilizar más energía (respecto a un peatón ordinario) para: desplazarse, mayor tiempo de viaje, rechazo del sistema de transporte, temor a salir a las calles, dificultad en los cruces y cambios de nivel; por ello, requieren de más espacios peatonales con texturas adecuadas, (Jerez y Torres, 2012).

Federal Highway Administration (2006) menciona las diferentes necesidades en diseño urbano para las diferentes limitaciones presentadas anteriormente, toda la información se presenta en la siguiente tabla.

TABLA 5: Necesidades en diseño urbano para peatones con discapacidad.

Fuente: Adaptado del FHWA (2006).

SILLA DE RUEDAS	<ul style="list-style-type: none"> - Amplios accesos para las maniobras de la silla. - Superficies con pocas pendientes. - Superficies lisas. - Vías con rampas de baja pendiente que brinden suaves cambio al pasar de un nivel a otro.
ANDADOR / MULETAS	<ul style="list-style-type: none"> - Superficies lisas, sin grietas. - Mayor tiempo en los cruces peatonales. - No tener cambios bruscos de pendiente.
PRÓTESIS	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor tiempo en los cruces peatonales. - Prioridad a las pendientes antes que las gradas.

DIFICULTADES VISUALES	<ul style="list-style-type: none"> - Superficies táctiles - Señales auditivas, para brindar información del tránsito.
DIFICULTADES AUDITIVAS	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas con grandes accesos libres de obstáculos.
DIFICULTADES AL APRENDER	<ul style="list-style-type: none"> - Señales claras que grafiquen explícitamente los símbolos universales. - Uso de colores –en remplazo de palabras- que transmitan el mismo mensaje

Además de las recomendaciones sobre las necesidades en un diseño urbano, se debe tener en cuenta las velocidades de las PCD para un diseño; por ello, la Federal Highway Administration (2006) analizó las velocidades de estas personas:

TABLA 6: Velocidades (m/s) de personas con discapacidad.

Fuente: Adaptado del FHWA (2006).

LIMITACIONES	VELOCIDAD (M/S)
BASTÓN O MULETA	0.8
A PIE	0.6
SILLA DE RUEDAS	1.1
RODILLA INMOVILIZADA	1.1
AMPUTADO DEBAJO DE LA RODILLA	0.7
AMPUTADO ENCIMA DE LA RODILLA AMPUTADO	0.6
PROBLEMAS EN LA CADERA	0.9

2.3 ESTUDIO DE VIDA PÚBLICA

2.3.1 DEFINICIÓN

Desde la edad antigua la presencia de áreas abiertas y vida pública eran necesarias. Los griegos usaban las ágoras como espacios públicos pues en ellas los ciudadanos podían interactuar intercambiando ideas, opiniones y realizar

diferentes actividades con libertar. Las ágoras se ubicaban en el centro de la ciudad donde se desarrollaba la vida pública, sin embargo esta zona no era un espacio público inclusivo pues las mujeres, niños y esclavos no tenían acceso a este puesto que ellos no eran valorados como ciudadanos. Un caso similar es la civilización romana pues ellos tenían foros romanos, los cuales eran plazas que estaban rodeadas de importantes edificaciones (Vega, P., 2006a). Estos foros eran básicamente mercados donde los pobladores vendían sus mercancías y a su vez era el punto principal de la ciudad. En estas civilizaciones se observa que la vida pública era activa, pues en ella existe la interacción libre entre habitantes por medio del intercambio de ideas a través del comercio u otras actividades (Burneo, L., 2010).

Los españoles realizaron experimentos urbanísticos en las ciudades limeñas que conquistaron. Plasmaron las ideas renacentistas del arquitecto Filarete. Esta plasmación presentaba trazos ortogonales, plaza de arma, plazuelas en las esquinas y patios interiores de las casas. Por otra parte, en Europa no hubo ninguna ciudad que se pareciera a aquella que los españoles crearon en América, por ello se presume que ensayaron sus ideas y conceptos sobre la ciudad mejorada (Ortiz, A., 1986). Actualmente Lima tiene como espacios públicos las plazas, calles o jirones y parques; lugares donde las personas pueden hacer un reconocimiento social. Con este reconocimiento se pueden dar paseos por avenidas, parques o permanecer en un lugar de la ciudad; además, los requerimientos cubren la necesidad de pasividad pues los espacios públicos ofrecen condiciones para que la persona pueda tener un momento de descanso (Gehl, J. y Svarre, B., 2013).

Por lo mencionado en párrafos anteriores la vida pública se desarrolla en los espacios públicos, lugar donde los habitantes pueden interactuar con otras personas y desarrollar su ciudadanía. Por ello, el estudio de la vida pública es un punto clave para el diseño de la urbe. Este estudio consiste en realizar una recolección de información sobre el comportamiento de las personas en un lugar determinado donde se desee hacer el estudio. Para poder realizar una correcta recolección de información de debe tener en cuenta algunos puntos necesarios para el presente estudio, información que presentamos en la siguiente tabla.

TABLA 7: Información para satisfacer el estudio de la vida pública.

Fuente: Adaptado de Gehl y Svarre, 2013.

PREGUNTA	DESARROLLO
CUÁNTOS	Es el número de personas que transita (flujo peatonal) o está en reposo (actividad estacionaria) en el lugar de estudio. Esto brinda datos cuantitativos para poder realizar el estudio.
QUIENES	Es la identificación de quién va hacer uso del espacio público, pues brinda información de los grupos de personas que suelen transcurrir en la zona de estudio.
DÓNDE	Se analiza la trayectoria por donde las personas suelen transcurrir, pues en varios diseños urbanos se observan que existen áreas por donde las personas no suelen transcurrir. Mientras que estas transcurres por espacios que no estaban diseñados para ser vías peatonales.
QUÉ	Brinda información de los tipos de actividades (comerciales o físicas) en el área de estudio y los requerimientos de dichas actividades sobre el medio ambiente. Dichas actividades se dividen en dos categorías: las necesarias y las opcionales. Las actividades necesarias son aquellas que se deben hacer para desarrollar las actividades diarias de los habitantes como ir o regresar del paradero, rondas de un oficial de policía, entrega de documentos; etc. Mientras que las actividades opcionales son aquellas que sirven como recreación o distracción para los habitantes como salir a correr, ir al parque a jugar, sentarse en las veredas, etc.
CUÁNTO TIEMPO	Se obtiene velocidades de desplazamientos de los peatones pues estos tienen diferentes velocidades debido a sus condiciones físicas. Con la toma del tiempo y una distancia determinada, se puede obtener dichas velocidades.

2.3.2 HERRAMIENTAS

La publicación “How To Study Public Life” de los urbanistas Jan Gehl y Birguitte Svarre (2013) brinda información sobre las herramientas a utilizar para analizar la interacción entre espacio y la vida pública. Estas herramientas ayudan a sistematizar y registrar observaciones directas de las interacciones entre espacio público y ciudadano. Se puede usar cámaras de seguridad, filmaciones u otros medios tecnológicos para reflejar el comportamiento de los transeúntes en un determinado espacio. La elección de la herramienta depende del presupuesto, objetivo, condiciones locales y del área de estudio. Las herramientas se pueden aplicar en estudios de pequeñas y grandes dimensiones aunque para estudios más grandes se requerirá de otras herramientas porque las herramientas más sencillas puede hacer más trabajoso el desarrollo de la recolección de los datos y podrían existir márgenes de errores al analizar a las personas. Las herramientas brindadas en la publicación son el conteo, líneas de desplazamiento, seguimiento, búsqueda de rastros, fotografías, redacción de un diario y pruebas de paseo.

La primera herramienta (conteo) sirve para tener una estimación del número de personas en un espacio abierto, donde se debe observar cuántas mujeres u hombres hay, número de bancas, entre otros. Todos estos números brindan datos cuantitativos que pueden influir en la toma de decisiones para los diseños. Las cifras obtenidas del conteo se registran por medio de contadores de mano o visualmente. La segunda herramienta consiste en realizar dibujos de la distribución de las personas en un espacio determinado y permite ver las actividades que estas personas realizan en el área de estudio. Esta herramienta sirve básicamente para identificar los lugares donde permanecen o transcurren. Esta información es útil para poder analizar un diseño urbano, dependiendo a las necesidades de las actividades de las personas. La herramienta de líneas de desplazamiento nos muestra una imagen del espacio estudiado - por un momento - por medio de trazos y símbolos.

El seguimiento proporciona conocimiento de los movimientos realizados por los peatones en el espacio de estudio. Todos los movimientos son estudiados por un observador que se encuentra en un espacio determinado, este realiza trazos de los movimientos en un plano de la zona en un determinado tiempo. El trabajo es impreciso pues no se pueden hacer los trazos cuando hay muchos peatones transcurriendo por el espacio seleccionado; por eso, se puede hacer el seguimiento dividiendo el espacio en secciones para obtener un panorama más claro de los trazos del flujo. Sin embargo, se pueden utilizar los GPS cuando se tiene zonas muy

grandes para registrar los movimientos de las personas. La información también puede ser recopilada cuando se vigila a una persona no en un solo lugar sino que en todo su trayectoria; esto permite determinar velocidades, dónde, cuándo y en qué medida se llevan algunas actividades a lo largo de la ruta. Mientras que el observador realiza el seguimiento debe ser muy cuidadoso para que la persona en estudio no se sienta acosada. Las velocidades pueden ser obtenidas por medio del tiempo y la distancia recorrida.

La búsqueda de rastros implica recolectar información indirecta y esto requiere observadores con buena vista e intuición para poder buscar rastros de las condiciones reales de una ciudad por medio de huellas. Existen ejemplos muy comunes como las huellas en los caminos pisoteados sobre los jardines, huellas sobre la nieve, lugares empolvados que reflejan abandono, rastros de patinetas sobre los bancos del parque, entre otros. Estas huellas brindan información de la trayectoria de los peatones.

Las fotografías y filmaciones son útiles cuando se está realizando el estudio de la vía pública pues estas describen situaciones en un determinado lugar y periodo de tiempo que muestran la interacción entre los espacios públicos y los habitantes. Como se vio anteriormente, la visión de las personas puede registrar y observar dichas interacciones pero las fotografías y filmaciones también son una buena herramienta para capturar el momento deseado de estudio permitiendo que el comportamiento de las personas quede registrado.

La elaboración de un Diario de Campo arroja muestras aleatorias del comportamiento de las personas en el espacio público, brindando detalles que permitirán entender el desarrollo de las personas en los espacios públicos. En el diario se tomará nota de todo lo más importante que se haya observado, permitiendo enriquecer el conocimiento sobre el comportamiento humano en los espacios urbanos. Realizar un diario implica anotar las observaciones en tiempo real con mayor detalle, a diferencia de los estudios de muestras; además, esta actividad se puede tomar como complementaria cuando el observador agrega explicaciones y descripciones de hechos y cifras.

Finalmente, el instrumento Pruebas de Paseo permite que el observador tome la posición de peatón y seleccione las rutas más importantes donde debe tener en cuenta los tiempos de espera, los posibles obstáculos u desvíos a presentarse en el camino. Con esta herramienta el observador podrá descubrir las deficiencias y

potenciales que se tiene en los desplazamientos o estadía del peatón, los cuales se deben tomar en cuenta en un estudio de vida pública para entender mejor a este.

2.4 MICROSIMULACIÓN PEATONAL

Caminar es nuestro modo de transporte más básico y esto representa una gran parte del tiempo que empleamos a diario para transportarnos, pero el tráfico de peatones es parte esencial del sistema de tráfico (Johansson, F., 2013). Lo dicho se refleja en casi todos los viajes que realizamos en transportes públicos puesto que necesitamos caminar en líneas para cambiar de estación; por ello, se debe de diseñar y evaluar diferentes escenarios para obtener flujos de peatones más eficientes (Lagervall, M., y Samuelsson, S., 2014).

En las últimas tres décadas los modelos de comportamiento de peatones han tenido un notable interés por diferentes razones. Inicialmente se comparó el desplazamiento peatonal con gases y fluidos para luego agregarle las variables de velocidad, distancia y espacio; de esta manera se podía comparar con datos empíricos. Sin embargo, los modelos peatonales proporcionan herramientas de gran ayuda al momento de diseñar y planificar áreas peatonales, subterráneos, estaciones de tren e importantes construcciones como parques, centros comerciales, hoteles, etc. (Helbing, D. y Molnár, G., 1998). Actualmente los modelos peatonales conocidos son los modelos macroscópicos, mesoscópicos y microscópicos. El Modelo Microscópico se basa en el modelo Celular Automata y el Modelo de la Fuerza Social.

2.4.1 MODELO CELULAR AUTÓMATA

El Modelo Celular Automata desde su presentación en 1940 por Von Neumann, ha sido empleado en diferentes búsquedas científicas de complejos sistemas como la modelación del tráfico, incluyendo el campo de la biología. Esto debido a la idealización de un sistema físico en el que se encuentran las variables de espacio y tiempo (Yamamoto et al., 2007).

Existe, también, un Modelo Celular Automata que utiliza simples y flexibles reglas para identificar las celdas por las cuales se podría desplazar un peatón en su siguiente paso; sin embargo, cuando se trata de modelos en los cuales participan un grupo de personas el espacio se divide en cuadrículas que son ocupadas cada una por un peatón distinto. El Modelo Celular Autónomo ha sido tomado en cuenta para

el estudio de los peatones, en las últimas décadas, buscando predecir los posibles problemas de comportamiento y velocidad al momento de desplazarse los peatones en ambientes públicos, edificaciones, centros comerciales entre otros; así se espera tener espacios que sean más eficientes y cómodos para los peatones (Mrowinski et al., 2012).

Siamak identifica tres grupos diferentes en este modelo. El primero se caracteriza por asignar a cada peatón una celda, lo cual nos indica que los peatones no pueden superponerse entre ellos, por ende las posibles colisiones se evitan automáticamente; el segundo grupo indica que una misma célula puede ser ocupada por más de un peatón; el tercer grupo alude que cada peatón puede ocupar más de una celda (Siamak, S., et al., 2014). Por otra parte, Shorab nos dice que el Modelo Celular Automata no sólo considera las normas vecinales para ocupar las celdas, ecuaciones matemáticas y físicas; sino que también se considera factores psicológicos (2012).

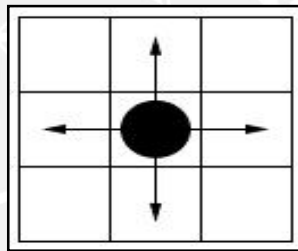


FIGURA 16: Representación de una célula y sus posibles desplazamientos.

Fuente: Nitzsche (2013).

La estructura del Modelo Celular Automata indica que los flujos son desarrollados por peatones que pueden estar en movimiento o detenidos, generando que una interacción de largo alcance se convierta en una interacción local (Yamamoto et al., 2007). El modelo celular automático al igual que los modelos que son continuos en el espacio dividen el espacio en idénticas células de un tamaño Δx que pueden estar libres u ocupados, y se actualizan de manera inmediata con tiempos iguales a un valor de tiempo Δt de acuerdo con el reglamentó de actualización establecido (Schlake, 2008). El modelo divide el espacio a modelar en células, donde todas las células tienen un valor para un campo de finitos posibles valores. Estas tienen que ser regulares para que se pueda formar cuadrículas regulares (Nitzsche, 2013).

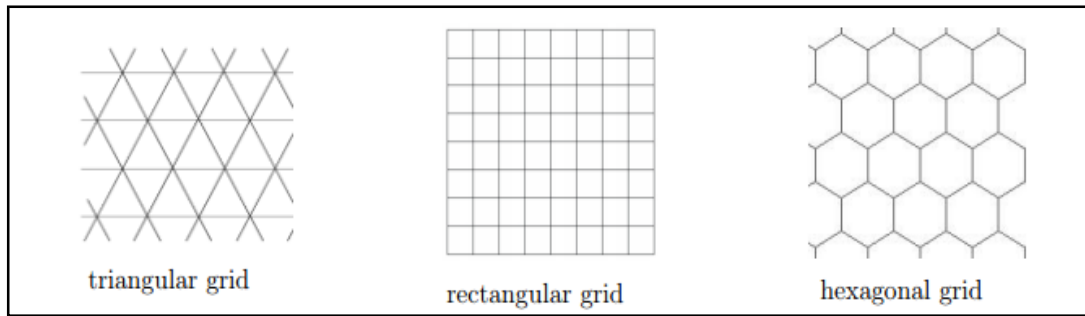


FIGURA 17: Modelos de celdas.

Fuente: Nitzsche (2013).

Para este estudio se empleará el Modelo Rectangular por ser el de mayor acogida, ya que se asemeja más a la realidad puesto que en esta los espacios con los que nos encontramos tienen tendencia a ser rectangulares (Schlake, 2008). Así se puede apreciar en la siguiente imagen en la cual se muestra como se modelarían las paredes o muros en estos modelos de celdas.

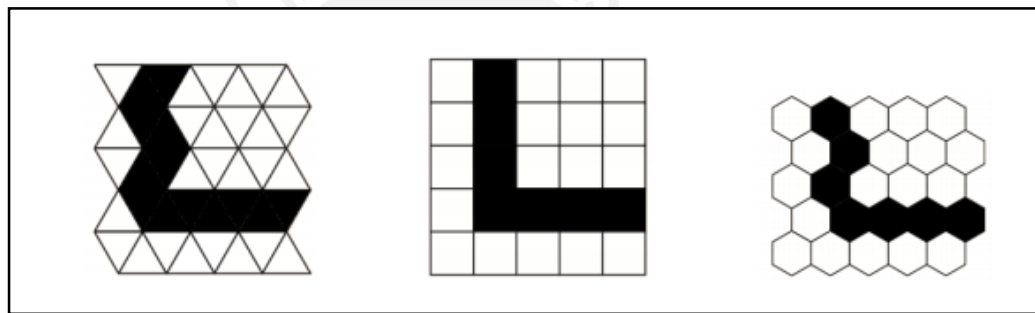


FIGURA 18: Modelación de las posibles pares o muros.

Fuente: Nitzsche (2013).

En el modelo un espacio y un determinado momento de la velocidad se determinará midiendo cuantos células o cuadrantes se ha desplazado un peatón durante un tiempo de paso. Se considera dos casos de desplazamientos que trabajarán en conjunto: Von Neumann (desplazamientos horizontales y verticales) y Moore (desplazamientos horizontales, verticales y en diagonal) (Schlake, 2008).

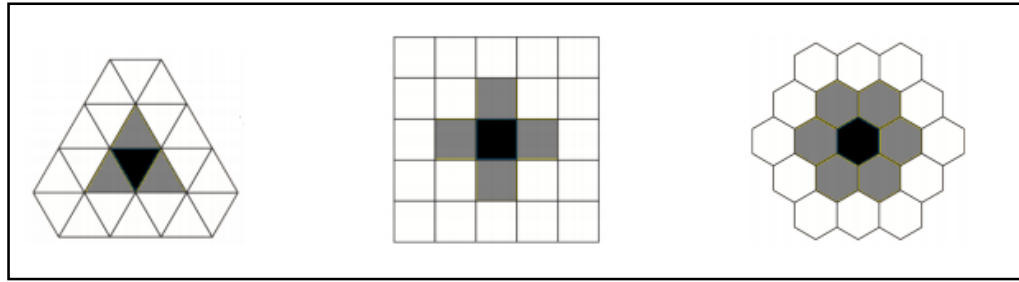


FIGURA 19: Modelo e Von Neumann.

Fuente: Nitzche (2013).

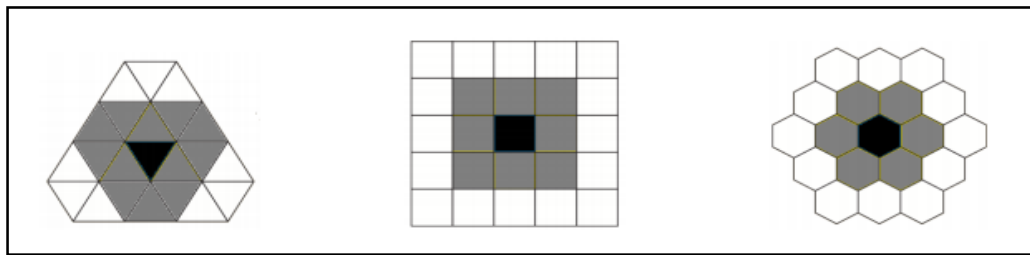


FIGURA 20: Modelo de Moore.

Fuente: Nitzche (2013).

A continuación se presentan pautas a favor del Modelo Celular Automata:

- ✓ El Modelo Celular Automata es uno de los modelos pioneros en la modelación peatonal, ya que forma parte de importantes modelos clásicos y actuales de modelación (Burstedde et al., 2001).
- ✓ Es un modelo muy atractivo para la modelación peatonal puesto que se basa en reglas intuitivamente comprensibles. Esto se refleja a que es sencilla la implementación en programas de computadoras y que su verificación es muy sencilla al compararla con otros modelos de micro simulación (Blue & Adler, 2000). Los métodos continuos para flujos peatonales de simulación y modelos de fuerza basada en producir movimientos suaves podrían potencialmente producir resultados precisos y realistas. Sin embargo, estos modelos utilizan reglas matemáticas complejas y la adición de funciones a estos modelos requiere modificaciones a ecuaciones diferenciales relativamente complejas; además, la resolución de este tipo de sistemas de ecuaciones utilizando métodos numéricos es computacionalmente costosa además de los modelos puede requerir la modificación de los métodos numéricos.

- ✓ El modelo celular autómatas utiliza reglas de transición simples y flexibles para identificar la célula asignada a cada peatón y así de esta manera poder predecir el movimiento que realizará el peatón en el siguiente paso (Sarmady, S., Sarmady, F., y Abdulah, T., 2015).

Por lo tanto, podemos afirmar que el modelo celular autómatas es uno de los modelos de micro simulación peatonal que no requiere de fórmulas matemáticas o físicas tan complejas para desarrollar un estudio del desplazamiento de los peatones, facilitando su comprensión y análisis. Este modelo puede ser considerado como base para posteriormente analizar modelos más complejos de simulación que requieren tener una moción de lo que es una micro simulación peatonal.

2.4.2 MODELO DE LA FUERZA SOCIAL

El Modelo de Fuerza Social es un modelo se estudia al peatón en interacción con otros peatones y con el medio que nos rodea. Plantea que si un peatón se desplaza por avenidas o lugares públicos de gran concurrencia va a encontrarse con otros peatones y será imposible predecir cómo se va a desplazar la persona que en sentido contrario, además de no poder evitar las colisiones con otros peatones (Johansson, F., 2013). Helbing y Molnar presentan un enfoque basado en la Fuerza de Simulación Microscópica de Peatones que ha permitido que los peatones creen buenos subconscientes o automáticos reflejos para evitar colisiones y mantener una distancia cómoda para desplazarse (Helbing, D., y Molnar, P., 1995a).

Por ello, podemos afirmar que la idea principal del Modelo de Fuerza Social es describir las influencias de los elementos del medio ambiente sobre el comportamiento del peatón basándose en una ligera similitud con las leyes de Newton. Esto implica enfocar el deseo de desplazamiento de las personas y el tamaño de la fuerza dependerá de los posibles obstáculos que encuentre el peatón (otras personas u objetos) y del deseo de llegar a su destino; esto se verá reflejado en los cambios de velocidad que pueda presentar al desplazarse. La siguiente expresión muestra lo antes dicho:

$$\frac{dr_{\alpha}}{dt} = v_{\alpha}(t) = w_{\alpha}(t) * g\left(\frac{v_{\alpha}^{\max}}{\|w_{\alpha}\|}\right)$$

Dónde:

$$g\left(\frac{v_{\alpha}^{\max}}{\|w_{\alpha}\|}\right) = \begin{cases} 1 & \text{si } \|w_{\alpha}\| \leq v_{\alpha}^{\max} \\ \text{usaremos el valor que resulte de la division} & \left(\frac{v_{\alpha}^{\max}}{\|w_{\alpha}\|}\right) \end{cases}$$

$w_{\alpha}(t) = \text{velocidad inicial}$

$v_{\alpha}(t) = \text{velocidad actual}$

$v_{\alpha}^{\max} = \text{velocidad maxima aceptable}$

- **Estructura básica del Modelo de Fuerza Social**

Hoogendoorn y Bovy (2000) presentan una estructura de tres niveles para comprender mejor el comportamiento de los peatones. En esta estructura se aprecia tres niveles diferentes que se presentan en los peatones al momento de desplazarse. El primer nivel es el estratégico en el cual los peatones planifican las maniobras que pueden desarrollar. El segundo nivel es el táctico en el cual se elige la ruta. El tercer nivel es el operacional corresponde a las maniobras de evasión de posibles colisiones.



FIGURA 21: Estructura del modelo de fuerza social.

Fuente: Adaptado Johansson, E. (2013).

A continuación se presenta algunas de las ventajas de la implementación de la fuerza social en el software de modelación peatonal.

- ✓ La fuerza social opera en un espacio continuo facilitando la representación de la geometría del espacio y se evita la pérdida de precisión asociada a la desratización espacial (Johansson, F., 2013).
- ✓ El tráfico peatonal conocido como la formación de cuellos de botella ya han sido consideradas en el Modelo de Fuerza Social (Helbing & Molnar, 1995).
- ✓ El Modelo de Fuerza Social a menudo es considerado un modelo de micro simulación del comportamiento de peatones; sin embargo, las predicciones que realiza este modelo podrían ser utilizadas para estructuras de mayor escala que el modelo que está operando (Johansson, F., 2013).
- ✓ Si en un determinado momento los flujos de peatones se vuelven densos se formarán líneas dinámicas con peatones que se desplazan en el mismo sentido para así poder evitar generar tráfico peatonal. Estas líneas dinámicas son similares a las que se representan en el Modelo de Fuerza Social y son parecidas a las que se presentan a diario en el día a día (Helbing, D. y Molnar, P., 1995b).

El Modelo de la Fuerza Social presentado por Helbing y Molnar (1995b) es un modelo que fue mejorado de modelos anteriormente presentados (Helbing, D. y Molnar, P., 1995b) y en este se presenta una distinción de cuatro fuerzas diferentes: la fuerza que describe el deseo peatonal de desplazarse a una velocidad preferida por el peatón; la fuerza de interacción que hace que los peatones eviten las colisiones; la fuerza de obstáculos la cual hace que los peatones no choquen con las paredes u otros obstáculos; y por último, la fuerza de atracción que implica simular grupos de peatones manteniéndose juntos o para simular diferentes tipos de atracciones (Johansson, F., 2013). Es por estas y otras consideraciones que el Modelo de la Fuerza Social de Helbing y Molnar (1995b) es uno de los pilares para la micro simulación en el software PTV Viswalk, ya que estos consideran factores como las fuerzas sociales, psicológicas y físicas que en conjunto representan la fuerza que impulsa la aceleración de los peatones en la modelación de la Fuerza Social.

2.4.3 SOFTWARE VISWALK

PTV Viswalk es un módulo de simulación microscópica y de análisis peatonal basado en el Modelo de la Fuerza Social de Helbing y Molnar presentado en 1995, (Blomstrand, J. y Henningsson, J., 2014) en cual se han agregado diferentes

parámetros para los diferentes tipos de peatones y otros parámetros globales. Por otro lado, Alexandersson y Johansson nos presenta en la siguiente tabla los factores y efectos del modelo de fuerza social Helbing y Molnar (1995 y Alexandersson, A. y Johansson, E., 2013) considerados en Viswalk.

TABLA 8: Factores considerados en el modelo de fuerza social considerado en Viswalk.

Fuente: Adaptado de Alexandersson & Johansson (2013).

FACTOR	EFEECTO	DESCRIPCIÓN
Dirección deseada	Dirección	Los peatones toman el camino más corto a su destino.
Velocidad deseada	Aceleración	La velocidad de flujo libre varía entre los peatones.
Tiempo de relajación	Aceleración	En este tiempo los peatones tratan de alcanzar su velocidad deseada.
Otros peatones	Efecto repulsivo	Los peatones tratan de no acercarse a otros peatones, es decir cada peatón tiene su esfera privada.
Obstáculos	Efecto repulsivo	Los peatones evitan estar cerca de edificios, cercas, etc, ya que ellos pondrán más atención cuando más cerca se encuentre a estos.
Atracciones	Efecto atractivo	Los peatones son atraídos por amigos, pantallas en las ventanas, etc.
Angulo de visión	Ponderación de factores	Los objetos que se encuentran delante a los peatones afectan más su desplazamiento que los objetos que estas detrás de ellos.
Fluctuación	Variaciones aleatorias	Se incluirán algunas aleatoriedades (ej.: Al elegir entre dos opciones iguales).

PTV Viswalk es un módulo que forma parte del software PTV VISSIM, el cual es un programa de simulación del tráfico y peatones que ha sido desarrollado por la empresa Alemana llamada Planung Transport Verkehr AG (PTV AG). Esta empresa presento en el 2007 las primeras posibilidades de simular a los peatones con un comportamiento más realista (Alexandersson, A. y Johansson, E., 2013). Sin

embargo, hoy en día ya es posible la simulación con ambos softwares (PTV VISSIM y PTV Wiswalk) que nos muestra modelaciones más realistas en las que interactúan peatones y vehículos (PTV GROUP, 2013). Por lo general el comportamiento de los peatones se clasifica en tres niveles diferentes: nivel estratégico, táctico y operativo; empero, PTV Viswalk define al nivel estratégico por la entrada de los usuarios mientras que a los niveles táctico y operativo los controla con el modelo de la fuerza social (PTV AG, 2012).

En PTV Wiswalk se clasifica a los tipos y clases de peatones de acuerdo a sus características y su comportamiento físico al caminar. De esta forma, el software puede definir aceleración máxima, reacción al presentarse un peatón u obstáculo (Lagervall, M. y Samuelsson, S., 2014). Se presentara las consideraciones que toma PTV Viswalk para realizar modelamientos:

- **Clasificación de los peatones según PTV Viswalk.**

De acuerdo al modelo de fuerza social considerado por PTV Viswalk, se presenta tres niveles de comportamiento de los peatones: estratégico, táctico y operacional; mismo que se detallaran en la siguiente tabla:

TABLA 9: Descripción de los diferentes niveles de comportamiento de los peatones.

Fuente: Adaptado de PTV AG (2012).

NIVEL	PERIODO DE TIEMPO	ACCIÓN	RESULTADO
ESTRATÉGICO	Minutos o horas	Planea la ruta	Lista de destinos
TÁCTICO	Segundos o minutos	Decide la ruta entre los destinos	Realiza una hoja de ruta para tomar una decisión
OPERACIONAL	Milésimas de segundo a segundos	Momento actual	Ej. Evadir personas opuesta que se están desplazando en una multitud densa o continua su movimiento hacia su destino

- **Decisión de la ruta.**

PTV Viswalk muestra dos tipos de rutas en las que se desplazan los peatones: rutas estáticas y rutas parciales. Las primeras son las rutas principales en las que podemos definir puntos de inicio, puntos intermedios y puntos finales; se caracterizan porque los peatones se desplazan de un lugar a otro sin desviarse de su destino final. Sin embargo, si se presentara el caso de un enrutamiento estático los peatones serán distribuidos usando un porcentaje estático. Las rutas parciales indican que los peatones indistintamente pueden desviarse de su ruta y luego volver a su ruta principal; en este tipo de situaciones el software redistribuye a los peatones de acuerdo a rutas y porcentajes, este tipo de rutas se presentan cuando los peatones tienen dos o más rutas entre dos puntos (PTV AG, 2012).

- **Potencial dinámico.**

Este parámetro que toma en cuenta PTV Viswalk es un método que relaciona las principales rutas dinámicas para que los peatones puedan elegir la mejor ruta. El objetivo del software no es buscar la ruta más corta sino la ruta más rápida para que un peatón llegue a destino. Se resalta, sin embargo, que el software no puede simular diferentes niveles a la vez (edificios de varios pisos conectados por escaleras) debido a que el Viswalk está enfocado en la interacción de los peatones en ambientes públicos donde se presentan un elevado número de peatones que interactúan entre sí (PTV AG, 2012).

Durante los últimos años se ha dado mucha importancia a Viswalk dado que este software ha sido de gran utilidad en la micro modelación de capacidad y uso eficiente de los espacios, facilitando la planificación de instalaciones, eventos, análisis de evacuación de edificios, centro comerciales o lugares de gran concurrencia ciudadana. Además, PTV Viswalk al trabajar de la mano con PTV VISSIM, son una herramienta que facilita la simulación y análisis de peatones, tránsito y el transporte público al mismo tiempo (PTV AG, 2012).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

El marco teórico permitirá sustentar el trabajo investigativo, para una mejor comprensión se dividirá, este apartado, en cuatro etapas. En la primera parte se delimitará el problema de investigación y las herramientas utilizadas. En el segundo punto plasmaremos el proceso de recojo de datos tanto cualitativos como cuantitativos. En el tercer tramo se analizará la información obtenida en el apartado anterior. Por último, en la cuarta parte, se realizará una simulación del software Viswalk 8.

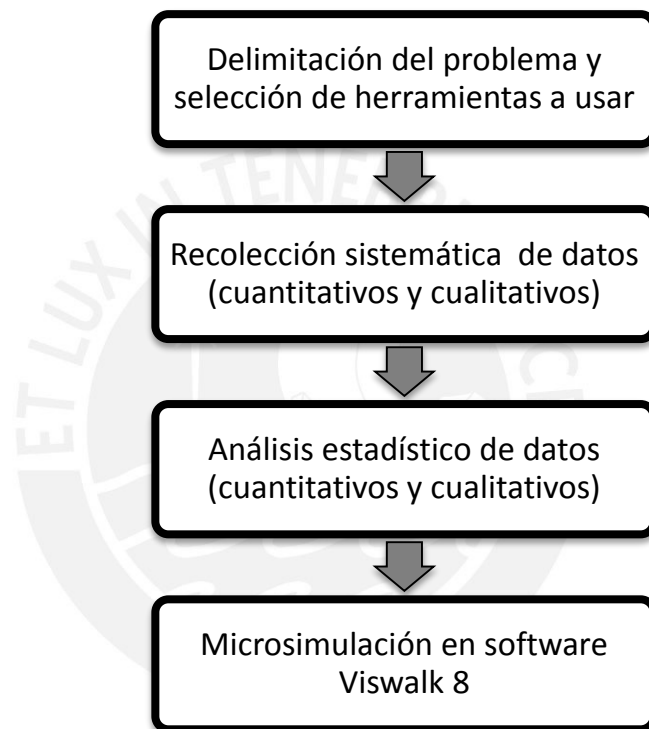


FIGURA 22: Etapas de desarrollo de investigación.

Fuente: Elaboración Propia.

Actualmente, la población del adulto mayor va creciendo exponencialmente conforme pasan los años; por ello, se requieren espacios urbanos inclusivos para estos peatones. Este trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el comportamiento del adulto mayor en espacios públicos y sus patrones de desplazamientos. Si se tiene la información indicada se podrá optimizar el diseño de espacios públicos, innovar la gestión del tráfico y aumentar la seguridad vial de los peatones (Moussaid et al, 2010).

Las herramientas a emplear en esta investigación serán el conteo peatonal, líneas de desplazamiento, seguimiento, fotografías, encuestas, toma de tiempo y filmaciones; estas herramientas permitirán tener un mejor registro de la interacción del peatón con el espacio público. Primero se debe identificar al protagonista de estudio, (en nuestro caso es el adulto mayor) luego con la ayuda de la filmación se podrá obtener el número de personas que circulan por el parque en horas determinadas. Además se podrá observar cuáles son los trazos de desplazamiento, las zonas (interior o exterior del parque) donde estos se detienen a hacer sus actividades y cuánto tiempo emplean para realizar dichas actividades. La información que se obtenga de las filmaciones podrá ser verificada con los diarios de campo, fotografías, encuestas y toma de tiempo que se vayan haciendo en todo el proceso de recolección de datos.

Concluidos los trabajos en campo se iniciará el análisis de los resultados, los que se presentarán en el capítulo 4. Para el análisis se implementarán algunas herramientas estadísticas con las cuales se calculará las diferentes tendencias. Con estos datos se podrá realizar diferentes cuadros comparativos, gráficas y posibles tendencias que puedan presentarse de acuerdo a la edad, género y capacidad del adulto mayor.

Finalizados los procesos anteriores se desarrollará el capítulo 5, capítulo donde se hará la microsimulación del parque San José con el uso del software PTV Viswalk 8.0 para poder tener un modelo representativo del parque. Terminada la microsimulación se procederá enunciar las limitaciones o inconvenientes que se haya presentado con el software para este tipo de espacios. A continuación se presentará el orden con el que se trabajará para la microsimulación.



FIGURA 23: Proceso para realizar la microsimulación.

Fuente: Elaboración Propia.

Toda la información recolectada en campo, análisis, modelación y experiencias obtenidas en la recolección de datos será resumida en las conclusiones que se brindará en el último capítulo de este trabajo.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS EMPÍRICO DE DATOS EN CAMPO.

Para el análisis de datos se implementarán algunas herramientas estadísticas con las cuales se calculará las diferentes tendencias. Con estos datos se podrá realizar diferentes cuadros comparativos, gráficas y posibles tendencias que puedan presentarse de acuerdo a la edad, género y capacidad del adulto mayor.

El parque San José es uno de los principales atractivos turísticos del distrito de Jesús María puesto que está rodeado por lugares de mucha concurrencia: iglesia, mercado, tiendas comerciales y bancos. Este parque tiene la particularidad de tener alta concurrencia de adultos de la tercera edad por diferentes factores: seguridad, confort, ubicación, entre otros; que serán tratados en este capítulo.

4.1 FLUJO DE PEATONES

El parque San José presenta un elevado número de peatones que lo frecuentan, generalmente por las tardes. Se creyó apropiado analizar al adulto mayor puesto que son los peatones más vulnerables que concurren a este parque. EL flujo peatonal que se consideró para este trabajo fueron recolectados durante dos días: miércoles y domingo. El tamaño de la muestra fue de 145 y 249 adultos en los días miércoles y domingo - respectivamente. En la figura 24, se presentara gráficamente la variación del flujo de los peatones en ambos días dependiendo la clasificación del adulto mayor.

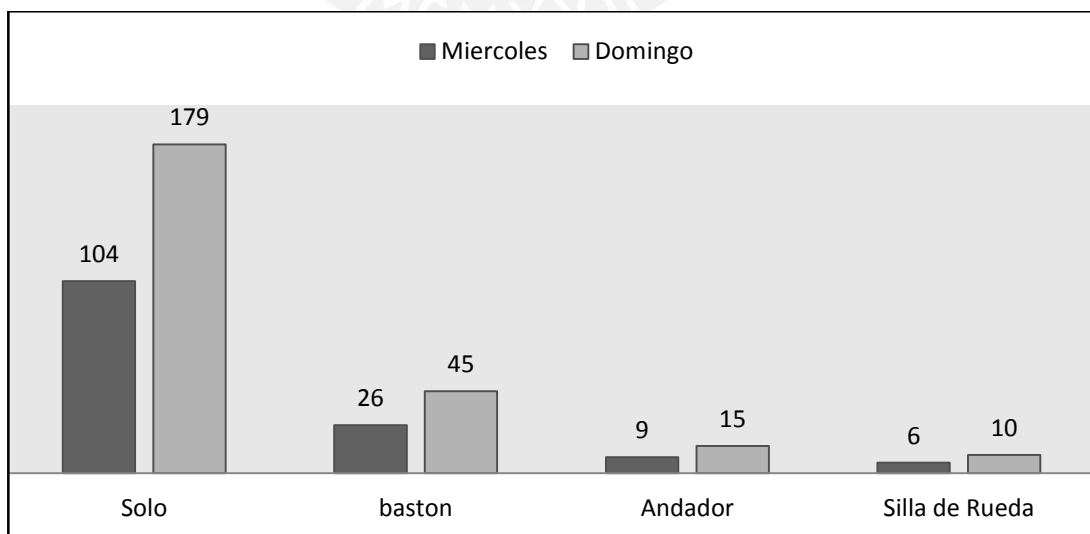


FIGURA 24: Número de adulto mayor / hora.

Fuente: Elaboración Propia.

Para un mejor análisis se dividió a los peatones observados en cuatro grupos diferentes: peatones que se desplazan solos, peatones que se desplazan con bastón, peatones que se desplazan con andador y peatones que se desplazan en silla de ruedas. De acuerdo al gráfico se puede apreciar que los peatones con mayor concurrencia son los adultos que prefieren ir solos, perteneciente al 72% de cada muestra. Un 18% de peatones van con bastón, con andador el 6% y por último los peatones en silla de ruedas equivalen a un 4%. Además se puede observar que las personas de la tercera edad van con mayor frecuencia el día domingo, debido a que es fin de semana y se tiene mayor tiempo con la familia en comparación con el día miércoles.

4.2 VELOCIDAD DEL ADULTO MAYOR

Para la medición de la velocidad se tuvo como referencia un cuadrante con medidas de 5.50m x 5.50m que se ubica en el parque. El tamaño de la muestra fue de 200 peatones. La velocidad media para desplazarse de los adultos mayores fue de 0.94 m/s con una desviación estándar de 0.24 m/s entre el rango de 0.48 m/s a 1.48 m/s. Luego de realizar el ajuste por la prueba de bondad de Kolmogorov- Smirnov para un percentil mayor a 0.15 ($p > 0.15$) se puede afirmar que el valor obtenido con los datos recolectados puede ser representado por una distribución normal.



FIGURA 25: Cuadrante tomado en cuenta para la toma de datos.

Fuente: Elaboración Propia.

Se decidió, además, hacer una comparación de las velocidades entre adultos mayores hombres versus adultos mayores mujeres (ver figura 26). De esta

comparación se obtuvo que los hombres tienen en promedio una velocidad mayor a la de las mujeres, ellos obtienen una velocidad promedio de 1.02 m/s mientras que las mujeres 0.87 m/s apreciándose un 15% de diferencia entre estos. Para saber si esta relación es válida estadísticamente se realizó la prueba de hipótesis con un percentil igual a 0.006. Estos resultados son parecidos a los obtenidos en otros estudios que indican que los hombres tienen velocidad mayor a las de las mujeres en un 7%. (Gates et al., 2006 y Tarawneh, 2001).

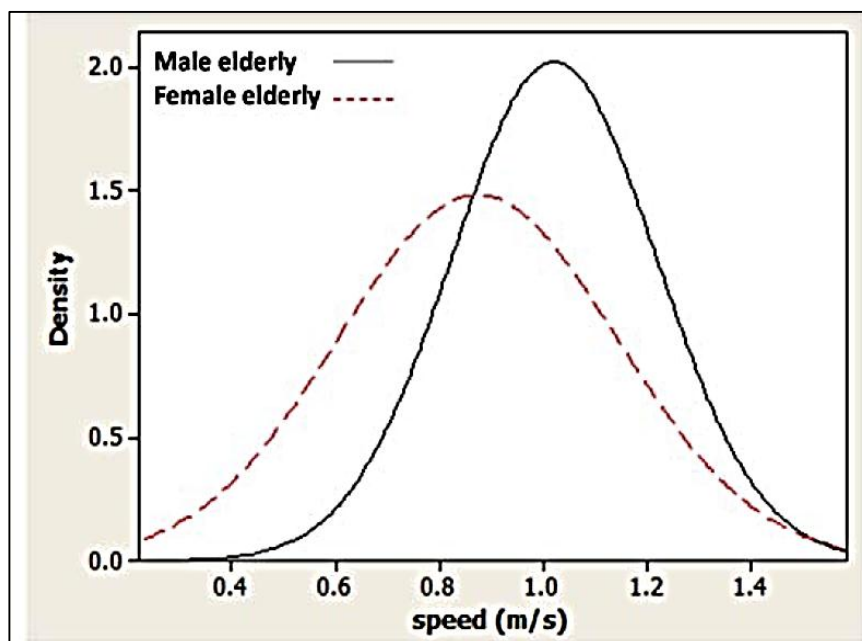


FIGURA 26: Velocidad de los adultos mayores (hombres y mujeres).

Fuente: Cabrera et al., 2016.

En cuanto a las facilidades de desplazamiento se agrupó a los adultos mayores en rangos de edades que serán presentados en la tabla 10. Esta tabla abarca a los adultos mayores que se desplazan solos según el criterio que la velocidad depende de la edad, dichas velocidades un promedio de las velocidades del hombre y la mujer. La velocidad media obtenida por los adultos del primer rango fue de 1.16 m/s la cual decrece en un 23% para los adultos del tercer rango.

TABLA 10: Velocidad del adulto mayor que se desplaza SOLO clasificado por rango de edades.

Fuente Cabrera et al., 2016.

Rango de edades	Velocidad media (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Tamaño de muestra
60-69	1.16	0.18	120
70-79	1.08	0.20	120
80-90	0.89	0.19	120

En la tabla 11 se muestra a los adultos mayores que se desplazan con la ayuda de un bastón. Estos, al igual que la tabla anterior, serán clasificados de acuerdo a rangos de edad. El primer rango presenta una velocidad promedio de 1.06 m/s pero decrece en un 40% en el tercer rango ya sólo alcanza una velocidad promedio de 0.63 m/s.

TABLA 11: Velocidad del adulto mayor que se desplaza con BASTÓN clasificado por rango de edades.

Fuente: Cabrera et al., 2016.

Rango de edades	Velocidad media (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Tamaño de muestra
60-70	1.09	0.18	40
70-80	0.76	0.15	40
80-91	0.63	0.12	40

Las velocidades de los adultos mayores que necesitan de un andador para poder desplazarse se pueden ver en la tabla 12. Este grupo también fue clasificado en 3 rangos de acuerdo a su edad. La velocidad promedio para el primer rango fue de 0.85 m/s decreciendo en un 42% en el tercer rango puesto que el último rango tiene una velocidad promedio de 0.49 m/s.

TABLA 12: Velocidad del adulto mayor que se desplaza con ANDADOR clasificado por rango de edades.

Fuente: Cabrera et al., 2016.

Rango de edades	Velocidad media (m/s)	Desviación estándar (m/s)	Tamaño de muestra
60-71	0.85	0.10	30
70-81	0.59	0.07	30
80-92	0.54	0.04	30

Para el caso del adulto mayor que usa silla de ruedas no se creyó conveniente agruparlos en rangos de edad, ya que estos no solo depende de su edad sino también de la persona que los ayuda a desplazarse. El tamaño de la muestra para este grupo fue de 30 ciudadanos. La velocidad promedio para este grupo fue de 0.89 m/s con una desviación estándar de 0.25 m/s. Al comparar esta velocidad con los grupos de adultos mayores que usan bastón o andador para desplazarse, se puede afirmar que es una velocidad mayor, debido a que en muchos casos las personas con sillas de ruedas se desplazan con ayuda de enfermeras o familiares y son pocos lo que se desplazan solos.

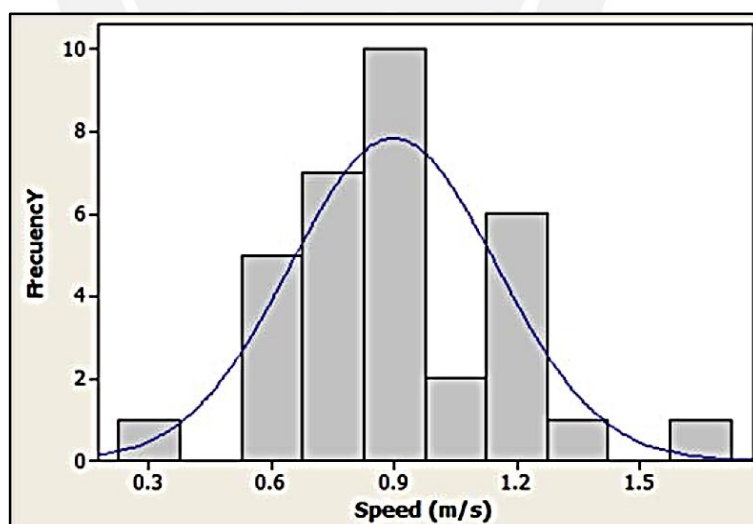


FIGURA 27: Velocidad de adultos mayores que usan SILLA DE RUEDAS para desplazarse.

Fuente: Cabrera et al., 2016.

Finalmente, se consideró la velocidad promedio de los adultos mayores que se desplazan en grupos. Los grupos estuvieron conformados por un número entre 2 a 4 personas. De acuerdo a la figura 28 podemos afirmar que la velocidad decrece

de manera linear cuando se presenta un mayor número de peatones. Estos resultados se pueden contrastar con estudios anteriores que muestran resultados parecidos a los obtenidos antes (Costa, 2010 y Schultz et al., 2010). La relación que se obtiene entre la velocidad y la cantidad de personas que conforman un grupo se muestra a continuación:

$$V = -0.211 * N + 1.247$$

Dónde:

V = Velocidad.

N = Cantidad de personas que conforman un grupo.

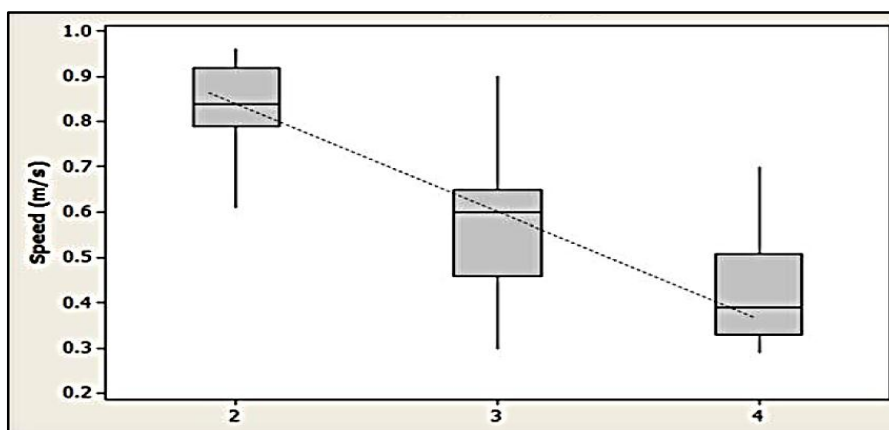


FIGURA 28: Efecto en la velocidad en el desplazamiento al movilizarse en grupos.

Fuente: Cabrera et al., 2016.

4.3 FORMACIÓN DE GRUPOS

Diferentes estudios dedicados al comportamiento de las personas en multitudes sólo estudian a los individuos como entes aislados; sin embargo, esto no sería del todo cierto, ya que en estas multitudes hasta el 70% de los participantes se desplazan en grupos que comparten diferentes relaciones: amicales, familiares o de pareja (Moussaïd et al., 2010). Se resalta que el tamaño de los grupos en los que se desplazan los peatones es una de las variables fundamentales al momento de calcular la velocidad de desplazamiento.

En la figura 29 se muestra la tendencia que presenta el adulto mayor al desplazarse solo o en grupo. El resultado nos indica que el 53% prefiere desplazarse en grupos mientras el 47% prefiere desplazarse solo. Para realizar esta observación se ha considerado la distribución de Poisson que ha sido truncado por la cantidad de integrantes de un grupo y por la hipótesis de Chi cuadrado ($p > 0.05$) con un $\chi^2 = 1.48$. Para efectos de esta observación se ha considerado a los adultos mayores que

se desplazan con andadores y sillas de ruedas como si fueran peatones que se movilizan solos.

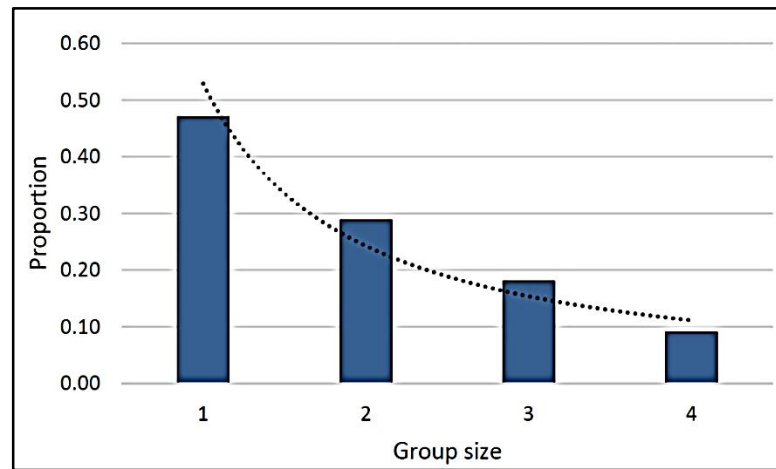


FIGURA 29 Preferencia de los adultos mayores al desplazarse (solos o en grupos).

Fuente: Cabrera et al., 2016.

La tendencia que se obtiene de la gráfica está representada por la siguiente ecuación:

$$P = e^{-\lambda} * \frac{\lambda^n}{n! * (1 - e^{-\lambda})}$$

Los resultados obtenidos en la figura 29 pueden ser comparados con otros estudios realizados en la ciudad de Nottingham (Reino Unido) en el cual se analizaron diferentes espacios públicos (estaciones de tren, centros comerciales, campus universitarios y avenidas) en los cuales se presenta resultados similares a los obtenidos durante la observación que se ha realizado en el parque San José.

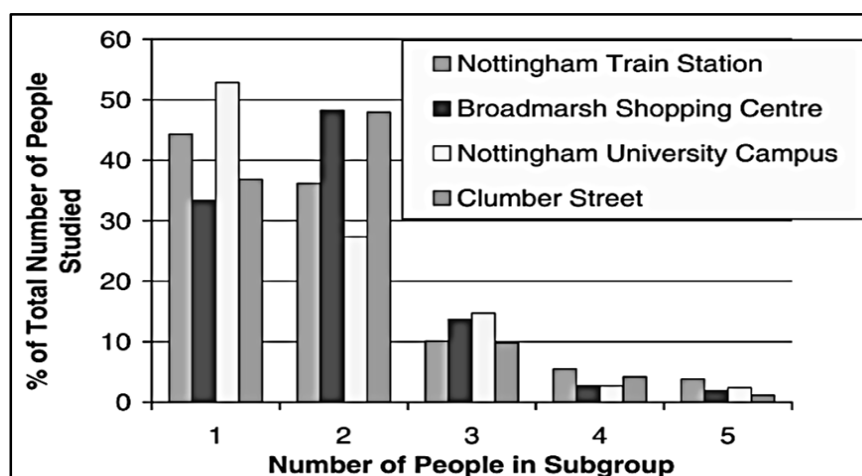


FIGURA 30: Preferencias en la formación de subgrupos al momento de desplazarse.

Fuente: Chen et al., 2014.

4.4 ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO

Los grupos que fueron tomados en cuenta están conformados por adultos mayores que se desplazan sin ayuda y un reducido grupo de adultos con bastón o silla de ruedas. Como parte del estudio pudimos apreciar que los grupos de desplazamiento que se formaban estaban conformados por ciudadanos de diferentes edades y niveles de desplazamiento. Luego del análisis de los datos obtenidos podemos afirmar que los grupos conformado por 2 ciudadanos se desplazan en líneas rectas manteniendo una velocidad similar para ambos, mientras que los grupos conformados por 3 ciudadanos se desplazan formando una V y los grupos de 4 personas tienden a desplazarse formando una U. En la siguiente figura se muestra estos comportamientos.

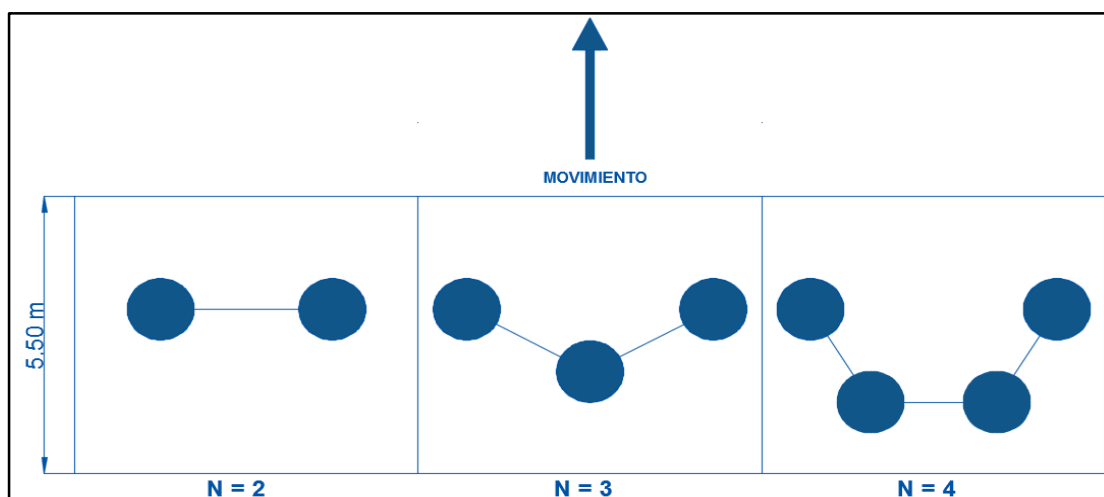


FIGURA 31: Configuración espacial de los adultos mayores al desplazarse en grupos.

Fuente: Cabrera et al., 2016.

Por otro lado, el adulto mayor que se desplaza con la ayuda de un andador se desplaza en líneas rectas manteniendo una velocidad limitada puesto que no presentan una necesidad de superar a otros peatones.

4.5 PERCEPCIONES Y NECESIDADES DEL ADULTO MAYOR EN EL PARQUE SAN JOSÉ

Se realizó un estudio cualitativo para identificar de una mejor manera los déficits y necesidades que se presentan en el parque San José. Para realizar este estudio se procedió a dividir el trabajo en tres etapas, de las cuales sólo las dos primeras fueron trabajo de campo.

4.5.1 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y DE LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN EL PARQUE.

En esta etapa se realizaron visitas al parque para identificar el estado en el que este se encuentra, saber cuál era el público asistente, diferenciar las actividades que se realizan en este espacio y entender cómo interactúan los ciudadanos de diferentes edades. Se pudo observar un déficit en la señalización peatonal lo que genera riesgo para los ciudadanos al momento de llegar y salir del parque; añadiendo que en el país la mayoría de conductores incumple las normas de tránsito.

El déficit de bancas es otro problema que aqueja a los concurrentes al parque en mención, ya que en horas de mayor afluencias de peatones (3:00 pm – 7:00pm) estos no tienen espacio libre para poder sentarse; por ello, estos recurren a ubicarse dentro de las áreas verdes. Otra de las cosas que se pudo notar es que el piso no es liso – rugoso (ver figura 25) y está dividido en cuadrantes de 5.50x5.50m lo que genera malestar al desplazarse, especialmente para los peatones que requieren ayuda (silla ruedas, bastón y andador).

A continuación se mostraran fotografías para ver las observaciones que se detectaron en la visita al parque.



FIGURA 32: Acceso al parque por la Av. Díez Canseco sin cruce peatonal ni semáforo
Fuente: Elaboración Propia.

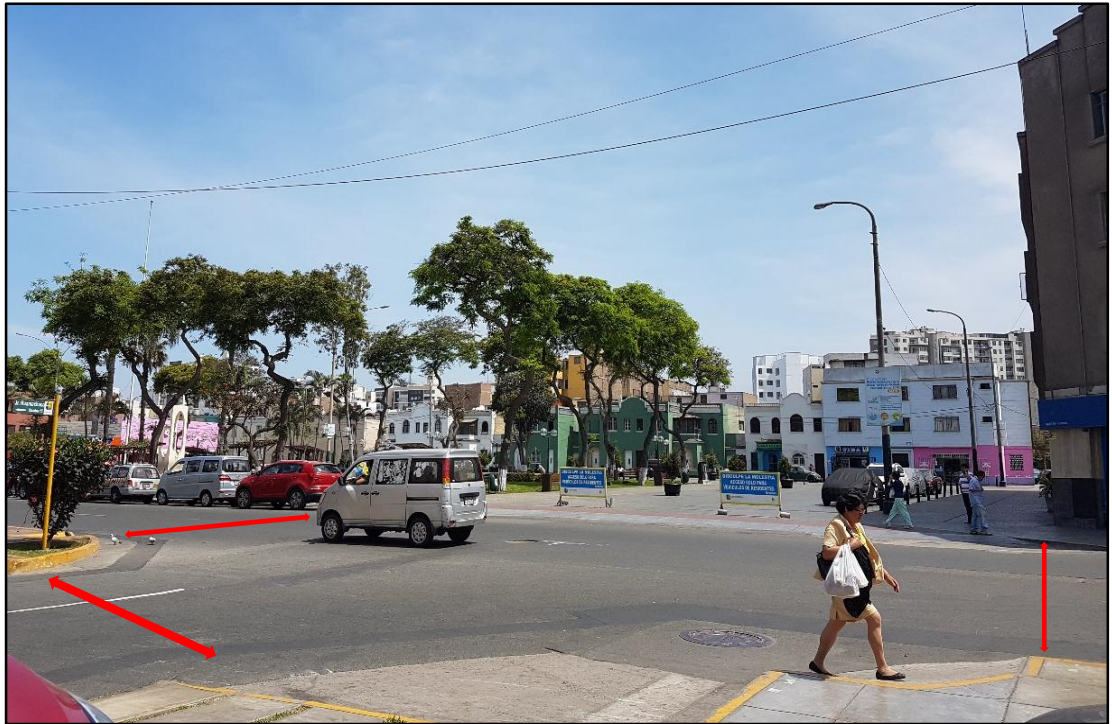


FIGURA 33: Intersección de la Av. República Dominicana y Jr. Huamachuco no cuentan con pasos de cebra o semáforo.

Fuente: Elaboración Propia.

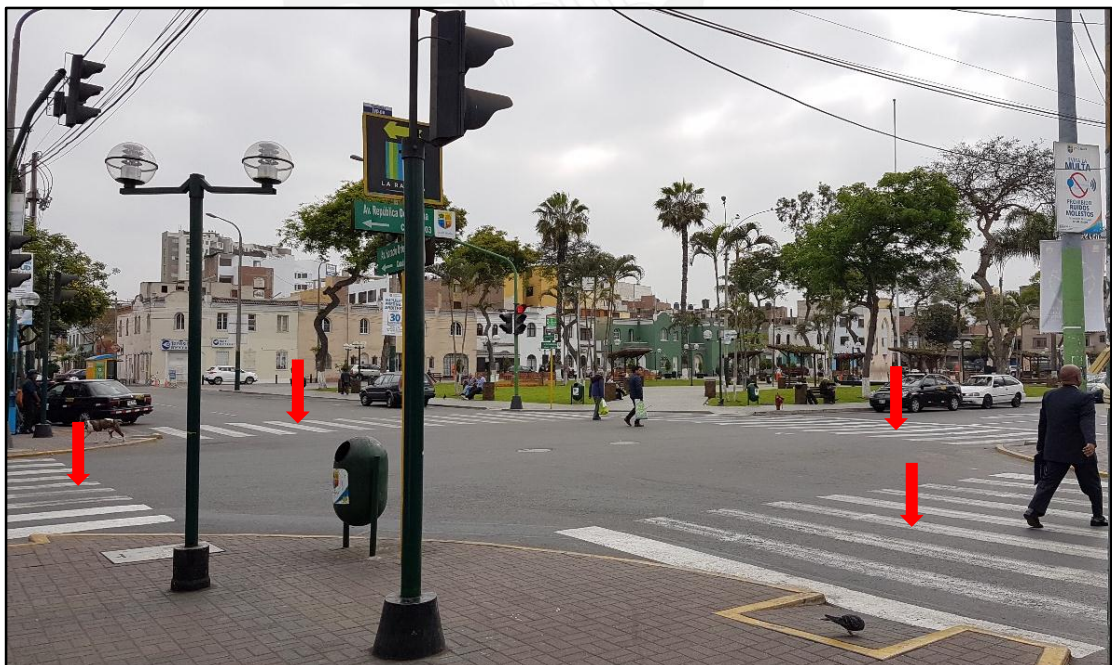


FIGURA 34: Intersección de la Av. República Dominicana y Av. Horacio Urteaga cuentan con pasos de cebra y semáforos.

Fuente: Elaboración Propia.



FIGURA 35 Constante avería en el uncio semáforo ubicado en la intersección de las Av. República Dominicana y Horacio Urteaga.
Fuente: Elaboración Propia.



FIGURA 36 Ante falta de asientos las personas optan por sentarse en medio del parque.
Fuente: Elaboración Propia.

Se identificó que el parque San José presenta una gran afluencia de personas de la tercera edad. Aquí, los adultos mayores, realizan diferentes actividades: leer el periódico, vista del paisaje, esperar a que empiece la misa, intercambiar de ideas con sus pares u otras personas, o solamente descansar. Estas personas suelen ir solos al parque para encontrarse con amigos o van

con familiares. También existe otro grupo de personas que solo transitan por el parque sin permanecer en este, ya que alrededor del parque están ubicados diferentes bancos, tiendas, mercado y la iglesia.



FIGURA 37: Interacción con amistades en el parque.

Fuente: Elaboración Propia.



FIGURA 38: Adulto mayor con bastón desplazándose en el parque.

Fuente: Elaboración Propia.



FIGURA 39: Persona en silla de ruedas acompañada.

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.2 SELECCIÓN DE PREGUNTAS Y EJECUCIÓN DE LAS ENCUESTAS.

Se realizaron algunas intervenciones al adulto mayor para tener una perspectiva de las preguntas que se realizarían posteriormente. De las preguntas que se realizaron se seleccionaron 9, mismas que formaron parte de la encuesta aplicada a los adultos mayores, en el anexo 1 se observa el formato de dicha encuesta. Las encuestas estaban delimitadas por una escala de Likert, además se consideraron sugerencias de mejora. Toda la información de las encuestas permitirá conocer la perspectiva del adulto mayor sobre su sentir en el parque, además servirá para complementar lo observado en las pruebas de paso y seguimientos.

4.5.3 ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS.

El tamaño de la muestra fue de 105 personas distribuidas en un rango que abarca a adultos mayores desde los 60 hasta los 93 años, elegidos al azar. A continuación se presenta toda la información procesada obtenida de las encuestas.

- **¿Con que frecuencia visita al parque?**

El 48% de los encuestados asisten al parque todos los días, un 31% asiste dejando un día y un bajo porcentaje asiste con poca frecuencia al parque (21%). La mayoría de personas que visita el parque, todos los días, viven alrededor del parque; sin embargo, se ha encontrado personas que viven en otros distritos (no muy lejanos) que todos los días o interdiario viajan solamente para estar en el parque, según lo conversado con los encuestados. Cuando se realizó el seguimiento en días diferentes (no necesariamente días consecutivos) se observaba a las mismas personas o grupo de personas en el parque compartiendo un buen momento. Además se observó que las personas que iban al parque a leer el periódico lo hacían durante la mañana; mientras que en las tardes suelen asistir para socializar.

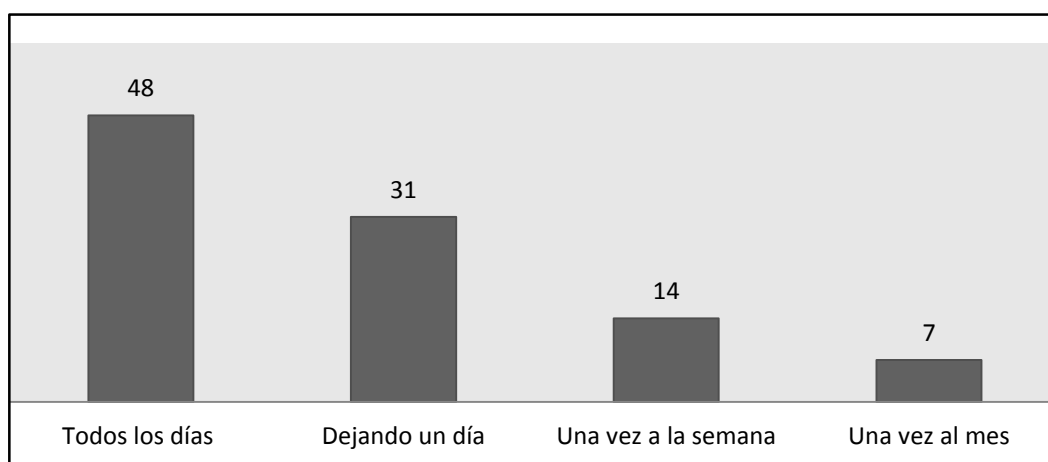


FIGURA 40: Frecuencia de visita al parque

Fuente: Elaboración propia

En las pruebas de paso se realizó las actividades observadas en las horas indicadas. En las mañana solía leer y era confortable debido a la tranquilidad de la mañana, pues se tiene baja concurrencia; además de no forzar la vista porque la luz de día es apremiante. Por las tardes se solía sentar en una banca esperando a ver qué ocurría y durante los 30 minutos que se permanecía en el parque se realizaba observaciones al adulto mayor y otras veces se conversaba con ellos puesto que estos iniciaban la conversación después de un lapso de 5 minutos de haberse sentado a su lado.

- **¿Prefiere ir al parque solo?**

El adulto mayor – en la mayoría de casos- se encuentra solo en días de semana debido a que el resto de familia se encuentra haciendo sus actividades cotidianas; por ello, muchos prefieren salir de sus casas para distraerse en el parque. Así, encontramos que un 51% de las personas encuestadas van solos al parque, esto se pudo corroborar en el seguimiento que se realizó donde se pudo observar que muchas de las personas en estudio muchos llegaban solo. Las pruebas de paso permitieron que se entendiera porqué muchos de los adulto mayores deseaban ir solos al parque y esto se debe a que en el parque uno puede socializar con libertad y conocer nuevas personas – tenga la edad que se tenga.

Un 25% prefiere ir al parque con un familiar, cuando esto ocurría se quedaban en el parque para conversar o compartir algún postre mientras los niños jugaban (cuando se iban con los nietos), además es una buena opción para estar en familia debido a que es una zona tranquila y amplia donde se puede pasar el tiempo. Se resalta, además, que cuando llegaban se sentaban en una banca e iniciaban conversación con la persona con la que compartían la banca o la que estaba cerca. Otros de los que llegaban buscaban a su grupo de con los que realizaban diferentes actividades como conversar, jugar cartas o compartir algo de comer.

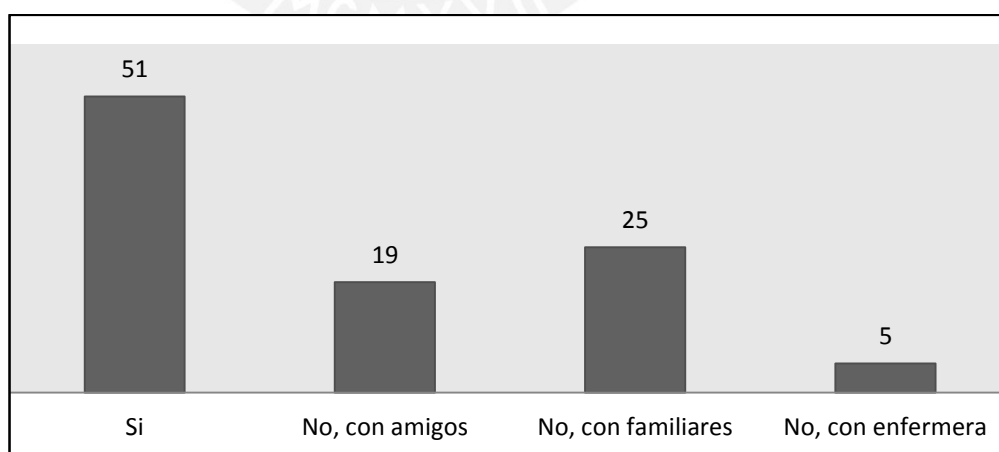


FIGURA 41: Preferencia por ir solo al parque

Fuente: Elaboración propia

- **¿Por qué visita el parque?**

De los encuestados, un 41 % afirma que visita el parque para ver a los amigos, mientras que un 33% va al parque con pretexto de dar una caminata y un 26% afirma que va al parque para distraer la vista y tomar aire puro. Como se explicó en la revisión de literatura, el adulto mayor tiene a caminar más como actividad física; por ello, es que en el seguimiento se observa un porcentaje alto de personas que van al parque a caminar. Muchas veces se observó que antes de encontrarse con los amigos o junto a ellos caminaban alrededor del parque.

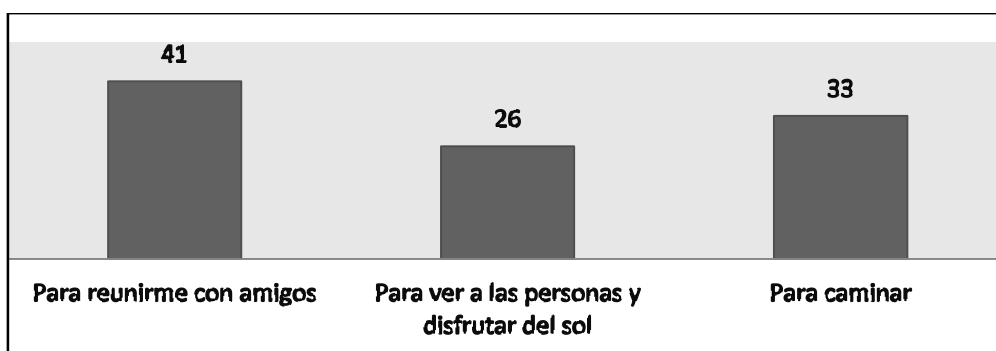


FIGURA 42: Razón para visitar el parque

Fuente: Elaboración propia

- **¿Cuáles son los factores que afectan el desplazamiento desde su casa al parque?**

El factor con mayor porcentaje que más afecta al adulto mayor (73%), según la encuesta realizada, en su desplazamiento de su casa al parque es los conductores agresivos, principalmente los de las avenidas República Dominicana y Horacio Urteaga. Se recalca, además, que se presentan problemas en la intersección del Jr. Huiracocha, la Av. Cuba y la Av. República Dominicana debido a que es una intersección que se alimenta de tres calles y no cuenta con señalización que brinde seguridad al peatón (ver Figura 44). Sumado a esto, varias de las personas encuestadas comentaron que tenían problemas al cruzar la av. Brasil y varias avenidas que tenían que cruzar para poder llegar al parque.

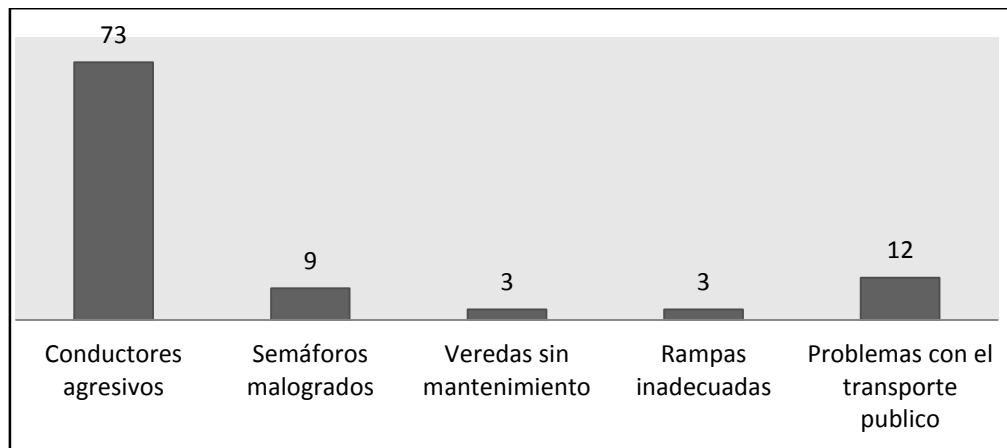


FIGURA 43: Factores que afectan el desplazamiento desde su casa al parque

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 44: Intersección del Jr. Huiracocha, Av. Cuba y Av. República Dominicana.

Fuente: Elaboración Propia.

- **¿Qué factores afectan el desplazamiento en el parque?**

En este caso se tiene muy divididos los porcentajes por factores que afectan el desplazamiento en el parque. El 28% afirma que el piso resbaladizo les impide un desplazamiento seguro en el parque, un 34% afirma que existen pisos desnivelados, 30% por la irregularidad del piso y un 8% por ramas presentes en piso. Al realizar la prueba de pasos y seguimiento se caminó alrededor del parque por unos 15 minutos y era reconfortante al inicio; sin embargo – nosotros aún jóvenes - se nos presentaban traspies con algunas irregularidades en el suelo. Tal como se observó anteriormente el parque presenta un suelo rugoso lo cual no es aceptado por el adulto mayor.

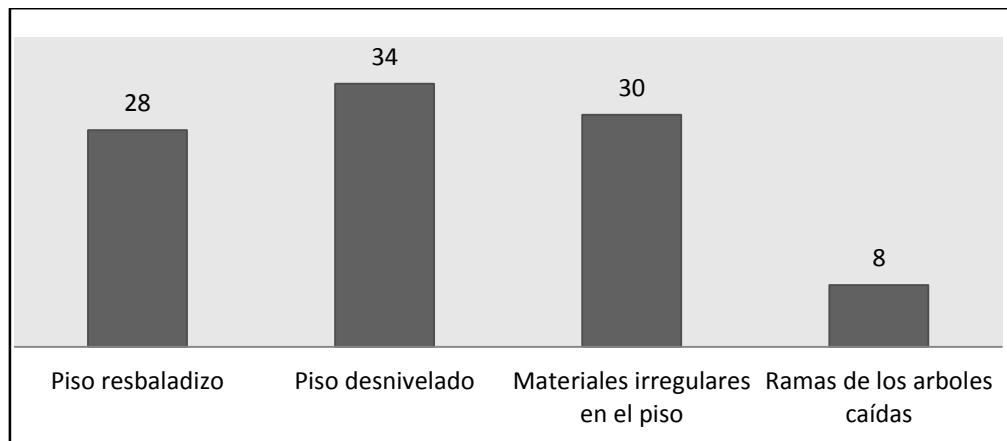


FIGURA 45: Factores que afectan el desplazamiento en el parque

Fuente: Elaboración propia

Muchos de los encuestados manifestaban su incomodidad por la condición de la calle Diez Canseco aunque mencionan que hace sólo 1 año fue remodelada pensando en la transitabilidad de las personas. El objetivo de la remodelación fue que el peatón tenga más espacio para poder circular, sin embargo muchos prefieren el diseño anterior porque no se sienten cómodos con el acabado del suelo – mencionan. (Ver figuras 46 y 47)

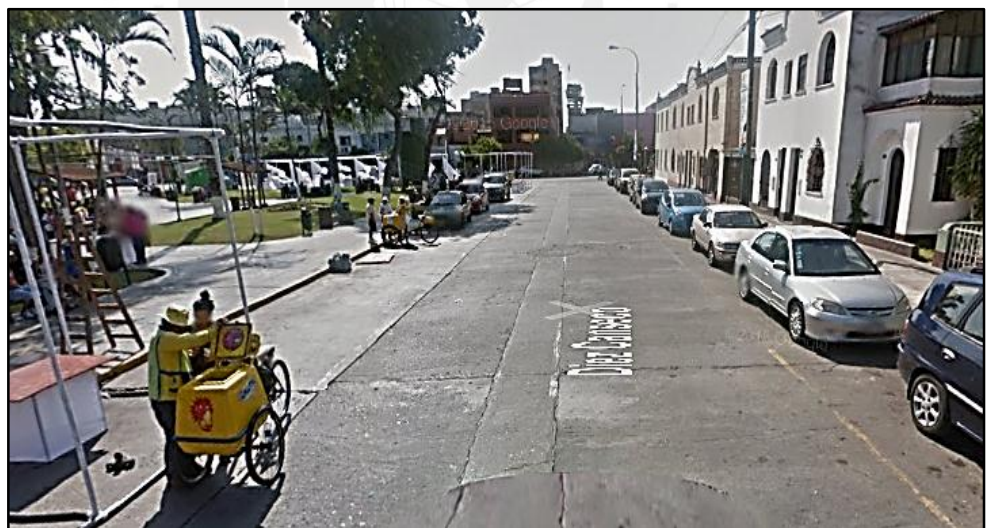


FIGURA 46: Antigua calle Diez Canseco.

Fuente: Google Maps.



FIGURA 47: Nueva calle Diez Canseco.

Fuente: Elaboración Propia.

- **¿Considera que es fácil cruzar las calles del parque?**

Esta pregunta corrobora lo mencionado en la pregunta 4. Aquí se observa que un 58% tienen dificultad para cruzar las calles y un 42% siente que no tiene problemas para cruzarlas. Las principales causas para esta dificultad son: conductores agresivos y la falta de señalización peatonal.

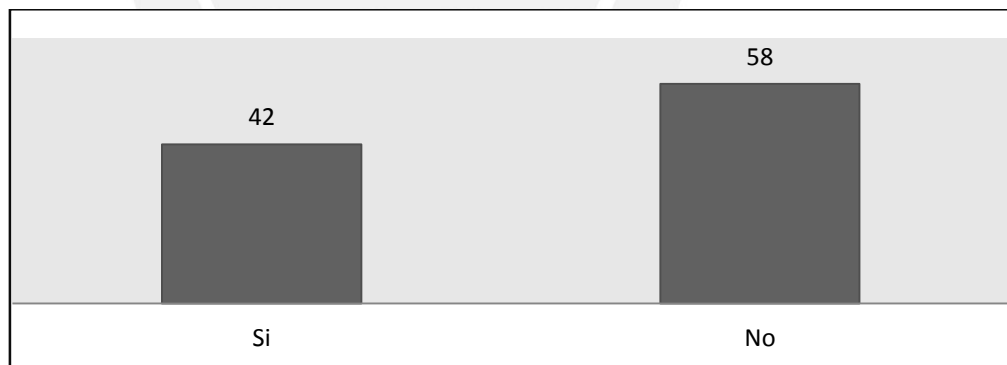


FIGURA 48: ¿Facilidad al cruzarlas calles aledañas al parque?

Fuente: Elaboración propia

- **¿A partir de qué edad tubo la sensación que disminuyo su condición física considerablemente (adultos menores a 80 años)?**

Para la realización de esta pregunta se consideró a peatones mayores de 80 años. La mayoría de los encuestados (49%) dijeron que a partir de los 75 años sintieron que su condición física disminuyó y un 26% manifestaron que su condición física disminuyó a los 70 años. Esto refleja que las personas

experimentan cambios en su capacidad para trasladarse a partir de los 70 años.

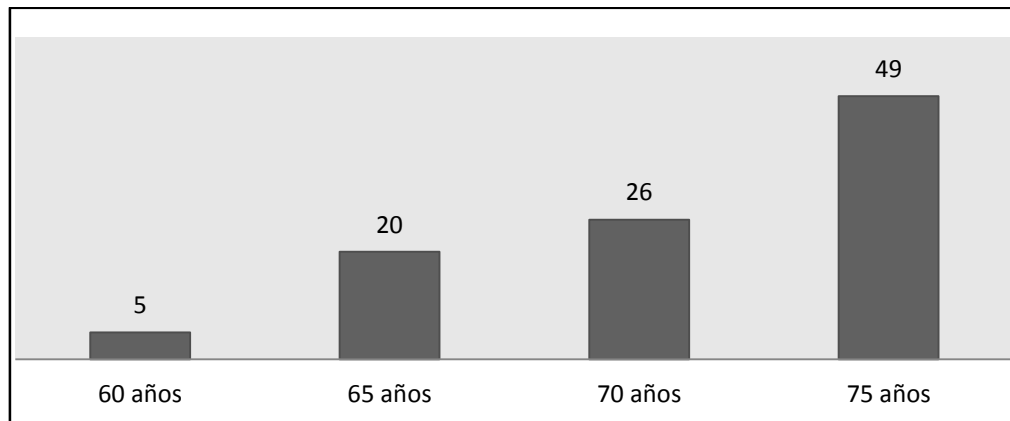


FIGURA 49: Edad referencial donde disminuyó la condición física del adulto mayor

Fuente: Elaboración propia.

- **¿En qué parte del parque prefiere usted sentarse?**

El 48% de los encuestados indicaron que no tienen un lugar favorito donde sentarse, debido a que se ellos se sientan donde encuentre lugar libre. Un 37% manifestó que prefiere sentarse en las bancas exteriores al parque porque se tienen acceso rápido a las salidas del parque, bajo la protección de la sombra de los árboles que se encuentran alrededor del parque. Además, un 15% que prefiere estar en las bancas que se encuentran en el interior del parque, estas bancas suelen tener soleras, pero no siempre cubren del sol. Adicionalmente, algunas personas indicaron que se prefiere las bancas que se encuentran cerca a la pileta, pues –en verano- es refrescante sentarse ahí.

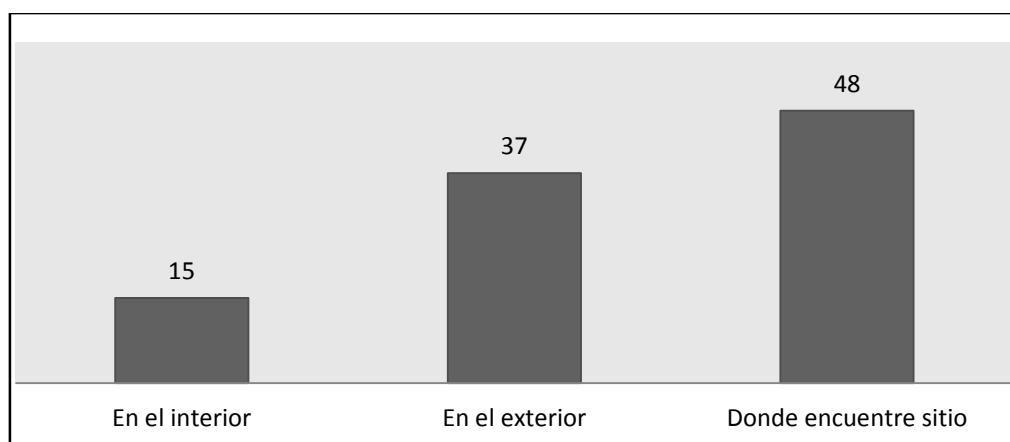


FIGURA 50: Preferencia al sentaren el parque

Fuente: Elaboración propia.

Durante el seguimiento realizado y las pruebas de paso nos ubicamos en las bancas interiores que están cerca a la pileta y, efectivamente, se siente fresco estar en ese lugar con la pileta prendida en un día caluroso, además se observó que en las bancas interiores las personas suele quedarse más tiempo. Las bancas exteriores también son cómodas porque algunas presentan protección solar debido a la sombra de los árboles, pero en este caso las personas que se sientan en estas bancas suelen rotar constantemente, pues el tiempo de permanencia es menor.

- **¿Qué mejoraría en el parque para que se sienta cómodo?**

La mayoría de encuestados solicitó la instalación de más bancas para evitar estar dando vueltas en el parque. En segundo lugar se pidió un mayor número de árboles para que estos generen más sombra en verano ya que en esta época es cuando más se requiere de estos. Además, hicieron hincapié en cambiar el piso por uno liso, colocar más semáforos en intersecciones, más de seguridad (especialmente durante la noche), mayor limpieza en el parque, incluir shows recreacionales y prohibir/controlar el ingreso de animales.

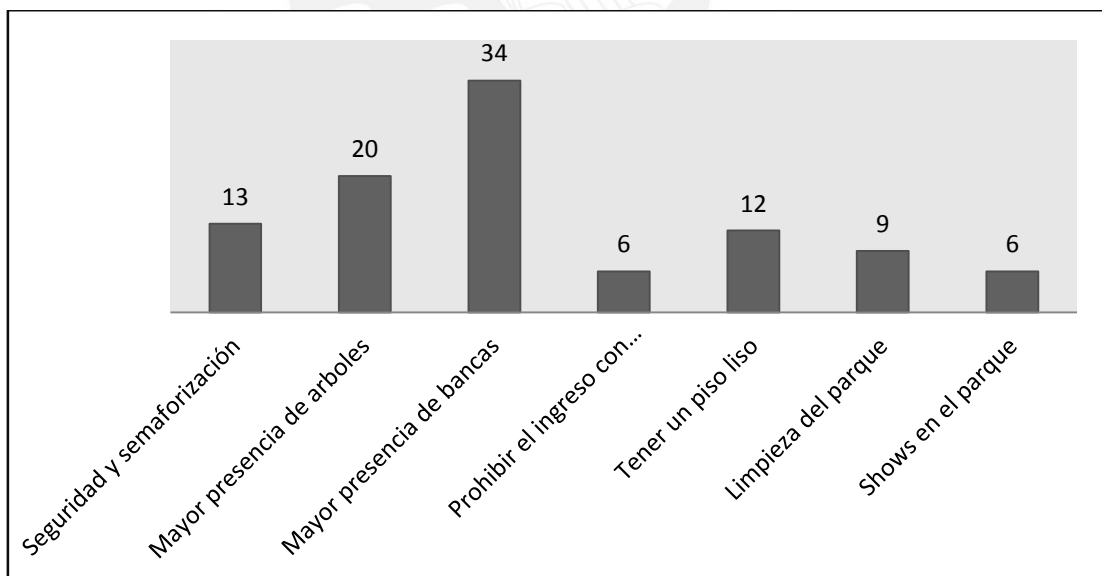


FIGURA 51: Mejoras para sentir más comodidad

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar se presentara la tabla resumen con los resultados procesados de la encuesta realizada (ver anexo 2).

4.6 LINEAS DE DESPLAZAMIENTO

Las líneas de desplazamiento son los trazos que se realizan para analizar por dónde se desplaza el peatón con el fin de entender por qué opta por ciertas rutas. Estos trazos se realizaron observando el desplazamiento de varias personas en el parque durante, aproximadamente, 60 minutos en los días miércoles y domingo. EL trabajo de campo se realizó en 2 días diferentes para observar si la tendencia del desplazamiento variaba. A continuación se presenta un “promedio” de los trazos de desplazamiento de las personas en el parque.

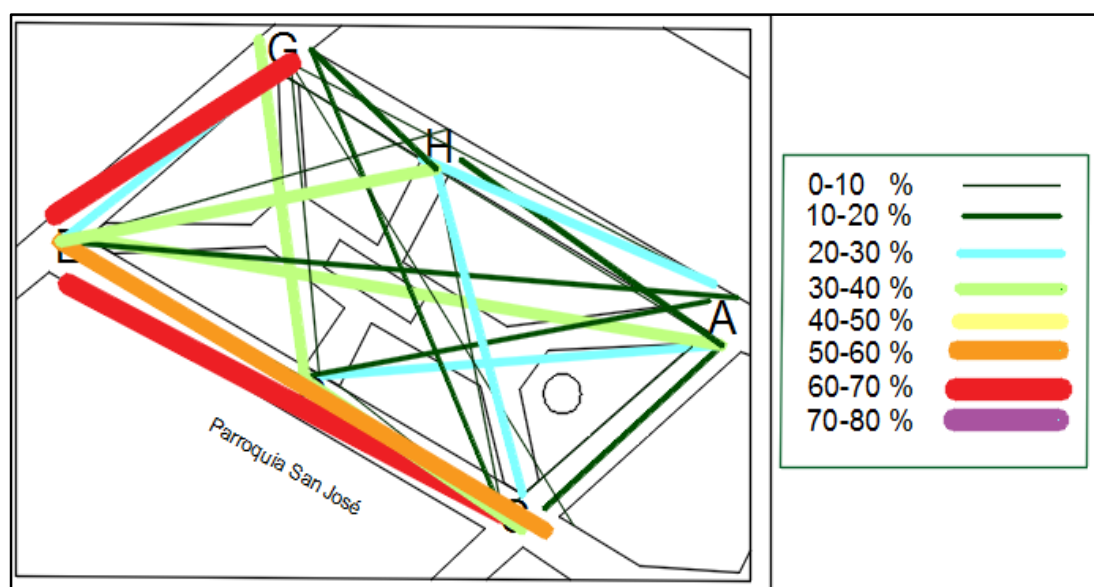


FIGURA 52: Líneas de desplazamiento en el parque.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la figura las rutas más concurridas son la av. República Dominicana, av. Horacio Urteaga y la trayectoria en diagonal que va desde la intersección de calle Diez Canseco con Jr. Huamachuco hacia la intersección de la av. Horacio Urteaga y av. República Dominicana. Sin embargo, la calle Diez Canseco y el Jirón Huamachuco no son tan concurridos por los peatones muy a pesar que estas vías se convirtieron en espacio peatonal. Se recalca que las calles por dónde existe mayor desplazamiento son aquellas que colindan con la iglesia y zonas comerciales.

CAPÍTULO 5: MODELACIÓN EN VISWALK DEL PARQUE SAN JOSÉ

5.1. PROCESO DE REALIZACIÓN DE MODELO

En este capítulo se realizará la microsimulación del parque San José utilizando el software PTV Viswalk 8.0 para tener un modelo representativo del parque, las personas que transcurren y las que se encuentran en este. A continuación se presentará el orden con el que se trabajará para la microsimulación.

Primero, se procede a tomar una foto satelital del parque en Google Maps (también puede ser por medio de Google Earth). Esta imagen de fondo sirve de referencia para realizar los trazos de los perímetros, vías y obstáculos que existen en el parque (ver figura 53).

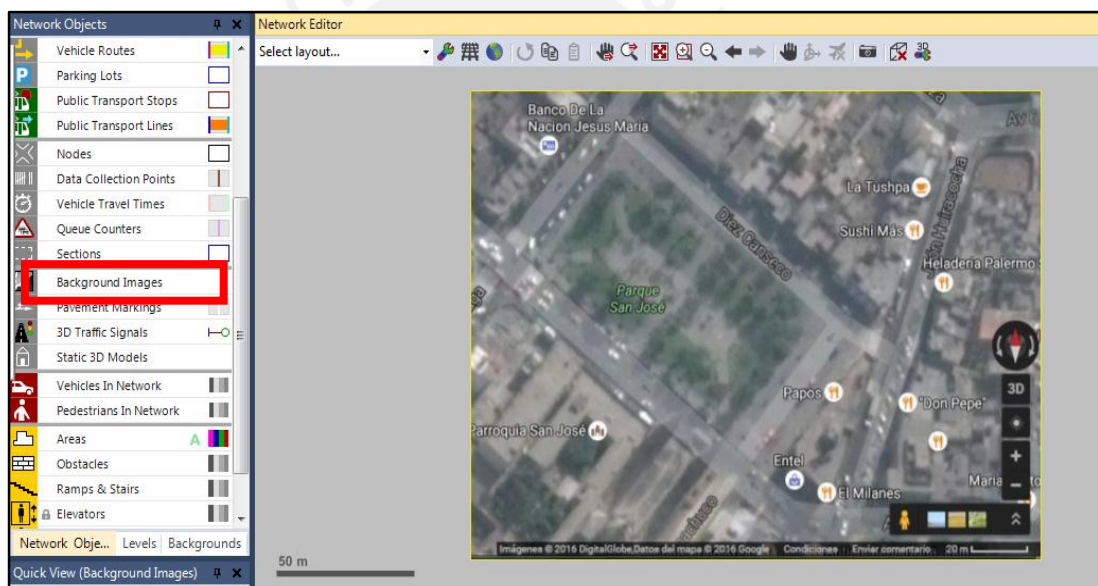


FIGURA 53: Imagen de fondo para modelo (background).

Fuente: Elaboración Propia.

Segundo, con ayuda de los comandos áreas - polygon se define el perímetro y vías del parque. Con la ayuda de la herramienta obstáculos se definen los obstáculos presentes en el parque: áreas verdes, monumento central y las bancas. En la imagen 54 se observa el modelo creado con los obstáculos y vías del parque sin maquillaje, es decir aún no se han colocado todos los accesorios necesarios (diseño de peatones estáticos, edificios, arboles, etc.) para hacer una réplica similar del área de estudio. Se recomienda hacer el maquillaje del

modelo al final de la calibración y validación debido a que de hacerlo el programa pesaría más y se colgaría la máquina (ver figura 60).

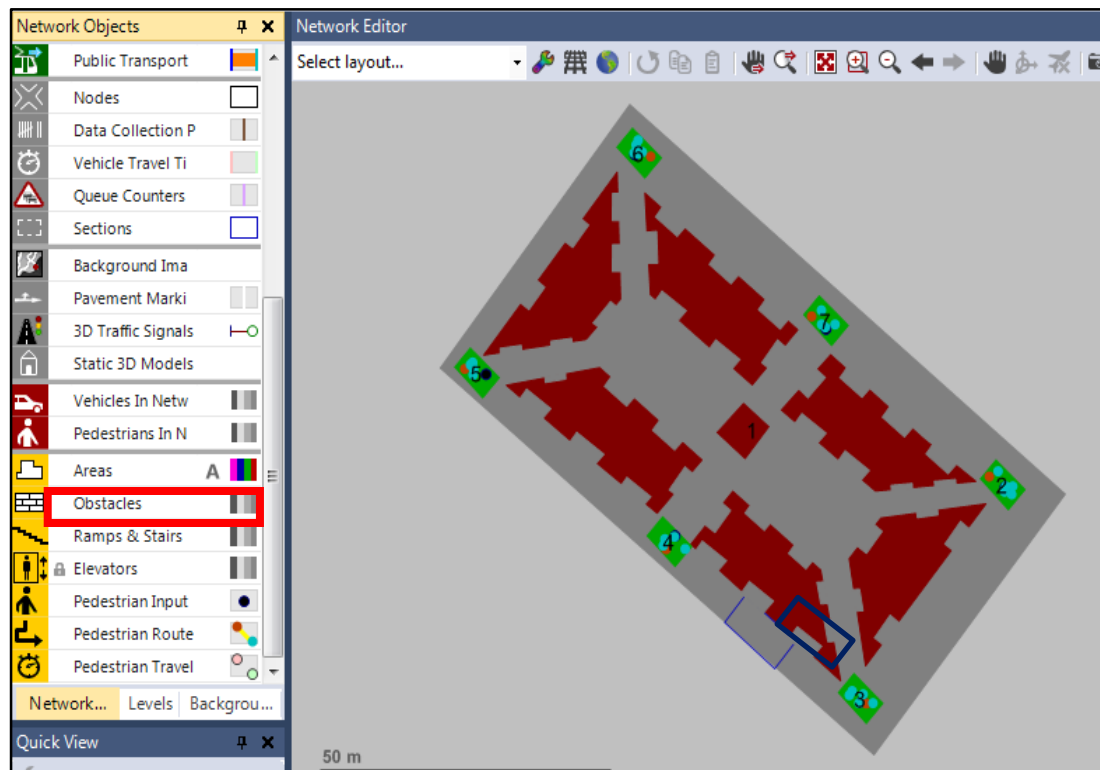


FIGURA 54: Trazo de vías, obstáculos y sección de estudio en el parque.

Fuente: Elaboración Propia.

Tercero, se realizará el conteo peatonal y las líneas de desplazamiento procesadas en el capítulo 4. En primer lugar se colocará el volumen peatonal que ingresa en cada entrada del parque (en este caso son 6) y para ello se usará la herramienta Pedestrian Input. Luego se colocarán las líneas de desplazamiento observados en el video con la herramienta Pedestrian Route y se designará un porcentaje del volumen total de ingreso dependiendo de la línea de desplazamiento. A continuación se presenta el plano del parque con su respectiva nomenclatura de ingresos y la tabla con la distribución de los peatones designados a cada entrada (ver figura 55).

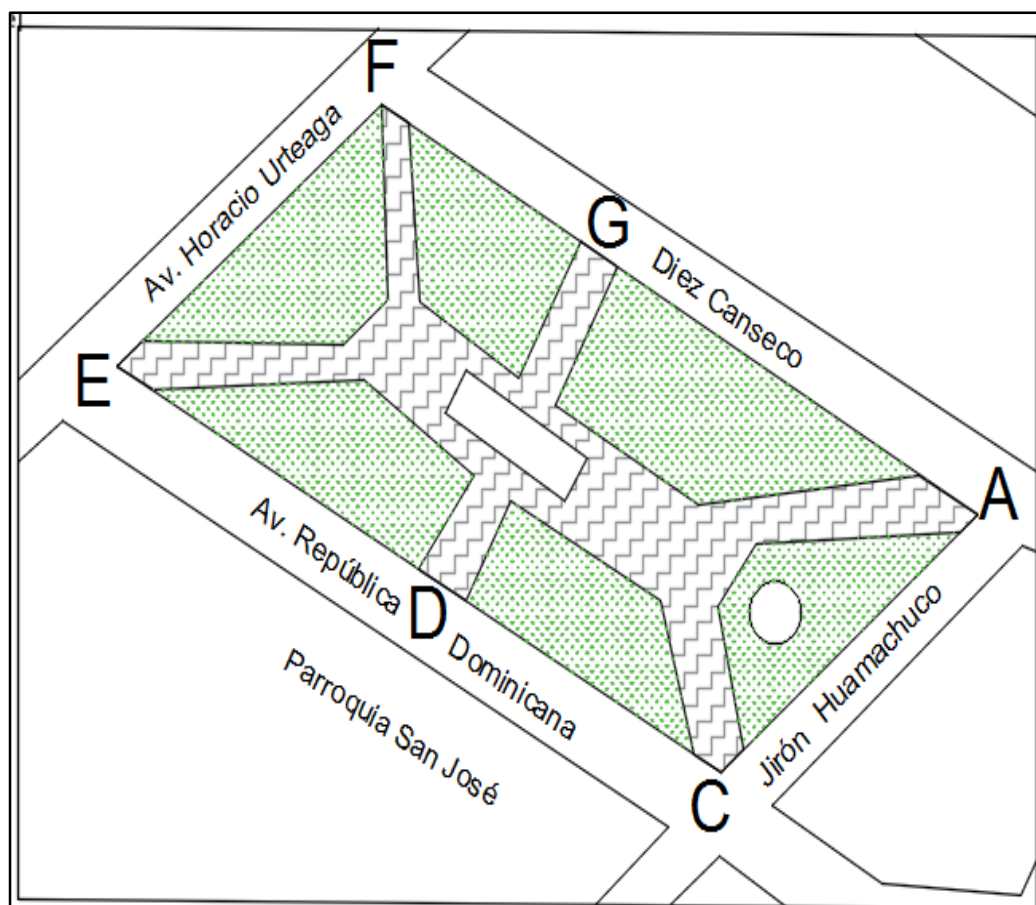


FIGURA 55: Nomenclatura por cada entrada del parque.

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 13: Flujos de por cada entrada del parque.

Fuente: Elaboración Propia.

A	101
B	213
C	37
D	266
E	152
F	32
G	
H	

TABLA 14: Porcentajes del flujo peatonal designado a cada destino (calibración)

Fuente: Elaboración Propia.

SENTIDOS	CANTIDAD	%
AC	19	14.29%
AD	7	25.27%
AE	41	38.46%
AG	14	7.69%
AH	20	14.29%
CA	10	7.32%
CD	6	7.80%
CE	163	64.88%
CG	28	10.73%
CH	6	9.27%
DA	3	16.00%
DC	8	32.00%
DE	6	16.00%
DG	20	36.00%
EA	32	16.19%
EC	110	50.00%
ED	7	1.90%
EG	108	25.24%
EH	9	6.67%
GA	19	7.61%
GC	6	9.78%
GD	22	6.52%
GE	89	67.39%
GH	16	8.70%
HA	11	27.78%
HC	7	22.22%
HE	10	33.33%
HG	4	16.67%

Cuarto, luego de designar los flujos peatonales por cada vía del parque se procede a designar en el programa las frecuencias de velocidades del video. En la figura 54 se observan una área con borde azul que se encuentran en el exterior

del parque, estas áreas son denominadas como Áreas Measurements que son áreas que miden la velocidad en dicha zona, esto ayudará a hacer una comparación entre las velocidades obtenidas por el video y las velocidades que se obtengan en el programa (con las frecuencias designadas). Para lograr esta finalidad se tomó 60 velocidades de diferentes peatones que transitaban por cada sección, a continuación se presentará los resultados obtenidos (promedio, desviación estándar, valor máximo y mínimo).

TABLA 15: Velocidades promedio en viswalk y campo (calibración).

Fuente: Elaboración Propia.

	VISWALK	CAMPO
VELOCIDAD PROMEDIO	4.20	4.37
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	.05	0.76
MÁXIMO	4.3	6.43
MÍNIMO	4.08	2.49

Con los datos mostrados en la tabla 15 se puede hacer la tabla de frecuencia designada de velocidades para la sección que se tiene en el área de estudio.

TABLA 16: Frecuencia de velocidades al interior del parque.

Fuente: Elaboración Propia.

CLASE	LÍMITE INF	LÍMITE SUP	F	F	%F	%F	VMAX INTER	%F
1	2.49	3.06	1	1	1.7%	1.7%	3.06	0.02
2	3.06	3.62	10	11	16.7%	18.3%	3.62	0.18
3	3.62	4.18	13	24	21.7%	40.0%	4.18	0.40
4	4.18	4.74	19	43	31.7%	71.7%	4.74	0.72
5	4.74	5.30	12	55	20.0%	91.7%	5.30	0.92
6	5.30	5.87	3	58	5.0%	96.7%	5.87	0.97
7	5.87	6.43	2	60	3.3%	100.0%	6.43	1.00

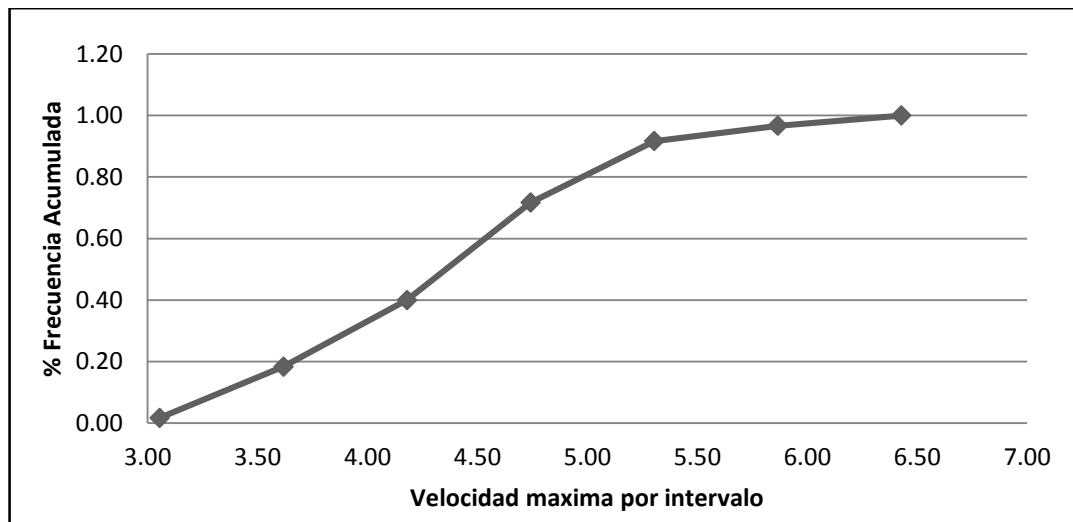


FIGURA 56: Gráfica de frecuencia de velocidad para la calibración.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa la velocidad máxima y mínima –ambos casos- está distribuida en 7 intervalos que dependen del número de la muestra. Esta relación se denomina Ley de Sturges la que permite calcular el valor de amplitud del intervalo (C) que se necesita para dividir entre los valores máximos y mínimos, como se mencionó antes este número dependerá del tamaño de la muestra (N) que se presenta a continuación (Albesiano y Rangel-Ch, 2006).

$$C = 1 + 3.322 * \log(N)$$

En este estudio se tiene una muestra (N) igual a 60 donde se calculó una amplitud del intervalo (C) igual a 7; por ello, se trabajó con 7 intervalos. Además la gráfica que se obtiene de la tabla debe ser insertada en el modelo con el fin de designar las velocidades obtenidas del video para representar mejor a este.

5.2. CALIBRACIÓN DEL MODELO

La calibración tiene como finalidad hacer una réplica similar a las condiciones que presenta el área de estudio, esto se puede lograr variando los parámetros Tau, Landa y las Curvas de Frecuencias designadas con el objetivo de que los resultados obtenidos por el software sea lo más cercano posible a los datos obtenidos en campo. Esto generará un nivel de confiabilidad del 95% y margen de error que se recomienda ser lo más corto posible. El modelo para los movimientos peatonales en el software es el Modelo de Fuerza Social que se basa en la mecánica newtoniana donde las fuerzas representan la rapidez elemental

para el movimiento. El tamaño y dirección de estas fuerzas pueden ser afectados por las mismas personas que transcurren en un espacio o por diferentes obstáculos. La fuerza total que representa la aceleración de los peatones en el Modelo de Fuerza Social es aquella que conforma la fuerza social, psicológica y física.

El parámetro Tau en Viswalk se define similar al modelo de fuerza social, es decir este parámetro depende de la velocidad y dirección deseada de desplazamiento se acoplan a la aceleración del peatón, ya que si se disminuye el valor del parámetro Tau entonces se aumentará la velocidad (PTV AG, 2012). Por ello, cuando se ha colocado la gráfica de frecuencias designadas al programa, este designará diferentes velocidades para 20 iteraciones por cada corrida y se obtendrá una velocidad promedio del software. Lo ideal es que esta velocidad sea lo más aproximada a la velocidad promedio obtenida en campo; por lo tanto, se realizan iteraciones con el valor de Tau. Si ambas velocidades son muy alejadas se deseará aumentar el valor de la velocidad del software; por ello, se tendrá que disminuir el valor de Tau.

El parámetro Lambda es aquel que se utiliza para controlar la fuerza de otras personas u objetos que afectarían a un peatón puesto que estos son influenciados por acontecimientos u objetos en su campo visual delantero (PTV AG, 2012). Por lo tanto, si se aumenta el valor de Lambda entonces se tiene una menor influencia de las personas que se encuentran detrás o delante de un peatón respecto a aquellas personas que se desplazan en el mismo sentido o en sentido contrario al peatón. En el caso del parque, en el que se está realizando el estudio, el flujo peatonal es pequeño; por esto, el valor de Lambda no influenciará mucho en nuestro modelo, pues este parámetro tiene mayor efecto cuando se tiene flujos peatonales grandes. La siguiente tabla muestra los intentos para lograr la calibración con sus respectivos velocidades promedios (software y campo), Lambda y Tau.

TABLA 17: Intentos de calibración.

Fuente: Elaboración Propia.

INTENTOS	V VISWALK	S	V CAMPO	S	TAU	LAMBDA	OBSTACULOS	FRECUENCIA DESIGNADA	CALIBRA
1	3.79	0.07	4.37	0.76	0.4	0.176	SIN	LINEAL	NO
2	3.9	0.05	4.37	0.76	0.4	0.176	SIN	FRUIN 1	NO
3	4.16	0.05	4.37	0.76	0.4	0.176	SIN	FRUIN 1	SI
4	4.16	0.05	4.37	0.76	0.3	0.15	SIN	FRUIN 2	SI
5	4.17	0.05	4.37	0.76	0.2	0.1	SIN	FRUIN 2	SI
6	4.19	0.05	4.37	0.76	0.4	0.176	SIN	INSERTADA	SI
7	4.18	0.05	4.37	0.76	0.4	0.176	CON	INSERTADA	SI
8	4.19	0.05	4.37	0.76	0.2	0.1	CON	INSERTADA	SI
9	4.2	0.05	4.37	0.76	0.1	0.1	CON	INSERTADA	SI

La validación se realizó en la página web StatKey con la hipótesis de test aleatoria para diferencias de medias (*Randomization Test*). Para ello, luego de haber medido las velocidades aleatoriamente a 60 personas diferentes en el parque, con sus respectivas medias, se compara con la velocidad media que se obtiene del Viswalk 8.0 con la finalidad de plantear la hipótesis nula para la diferencia de éstas.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

Dónde:

H_0 = Hipótesis nula

H_a = Hipótesis alternativa

μ_1 = Media de velocidades medidas

μ_2 = Media de velocidades calculadas por Viswalk 8.0

Para esta prueba de hipótesis se afirma que las medias son iguales con un nivel de confianza de 95%. Con lo anterior se espera que la media se encuentre en el intervalo de confianza generado por la Hipótesis de test aleatoria, ya que al estar dentro del intervalo podremos afirmar se podrá afirmar estadísticamente que ambas medias son equivalentes.

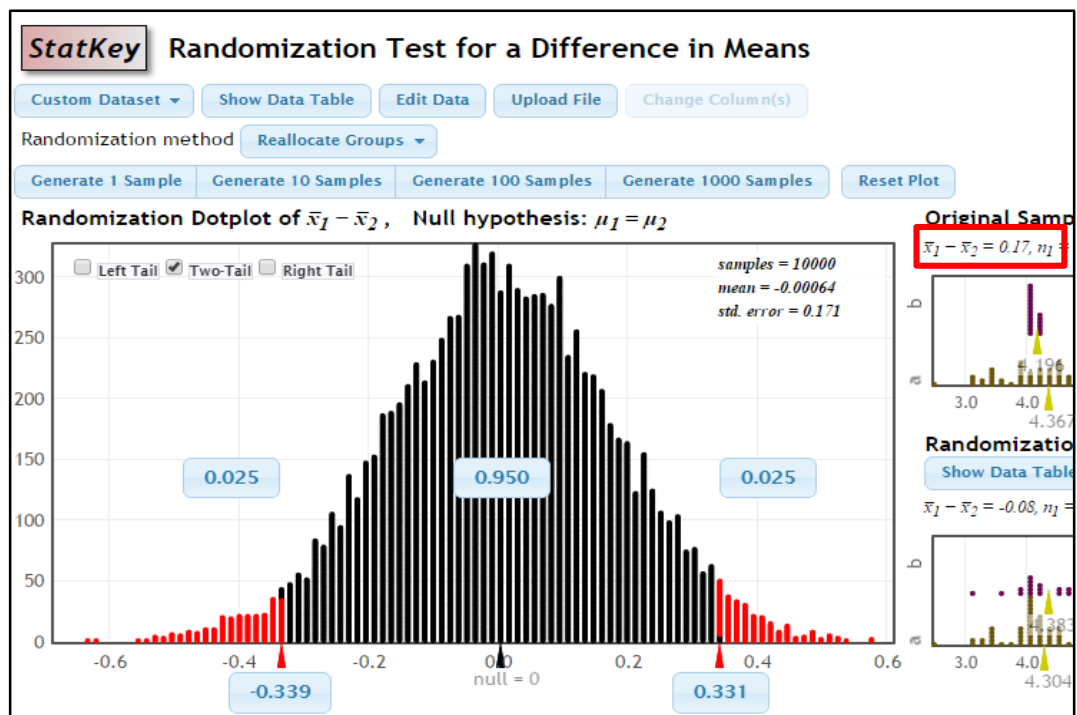


FIGURA 57: Nivel de confianza para calibración.

Fuente: Elaboración Propio.

Se puede apreciar en la figura que la diferencia de medias es de 0.17, cuya diferencia se encuentra en un nivel de confianza de 95%. Con este porcentaje se puede afirmar que la velocidad media obtenida por el software es aproximada a la velocidad media obtenida en campo, por ende el modelo está calibrado.

5.3. VALIDACIÓN DEL MODELO

La validación sirve para corroborar la calibración, pues en esta etapa se van a introducir datos de un día diferente a la calibración utilizando el mismo tau y lambda (0.1/0.1). En las siguientes tablas se presentan los flujos de entrada y los porcentajes de distribución designado a cada destino.

TABLA 18: Flujos de por cada entrada del parque (validación).

Fuente: Elaboración Propia.

A	91
C	205
D	25
E	210
G	92
H	18

TABLA 19: Porcentajes del flujo peatonal designado a cada destino (validación).

Fuente: Elaboración Propia.

SENTIDO	CANTIDAD	%
AC	13	14.29%
AD	23	25.27%
AE	35	38.46%
AG	7	7.69%
AH	13	14.29%
CA	15	7.32%
CD	16	7.80%
CE	133	64.88%
CG	22	10.73%
CH	19	9.27%
DA	4	16.00%
DC	8	32.00%
DE	4	16.00%
DG	9	36.00%
EA	34	16.19%
EC	105	50.00%
ED	4	1.90%
EG	53	25.24%
EH	14	6.67%
GA	7	7.61%
GC	9	9.78%
GD	6	6.52%
GE	62	67.39%
GH	8	8.70%
HA	5	27.78%
HC	4	22.22%
HE	6	33.33%
HG	3	16.67%

Al igual que en la calibración de la filmación se tomaran 60 velocidades en la sección exterior al parque donde se obtuvo los siguientes resultados.

TABLA 20: Velocidades promedio en Viswalk y campo (validación).

Fuente: Elaboración Propia.

	VISWALK	CAMPO
VELICIDAD PROMEDIO	4.98	5.23
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.06	1.03
MÁXIMO	5.09	7.83
MÍNIMO	4.87	3.12

Con los datos mostrados en la tabla 20 se procedió a realizar la tabla de frecuencia de velocidades para la sección que se tiene en el área de estudio, los cuales se introducirán en el software.

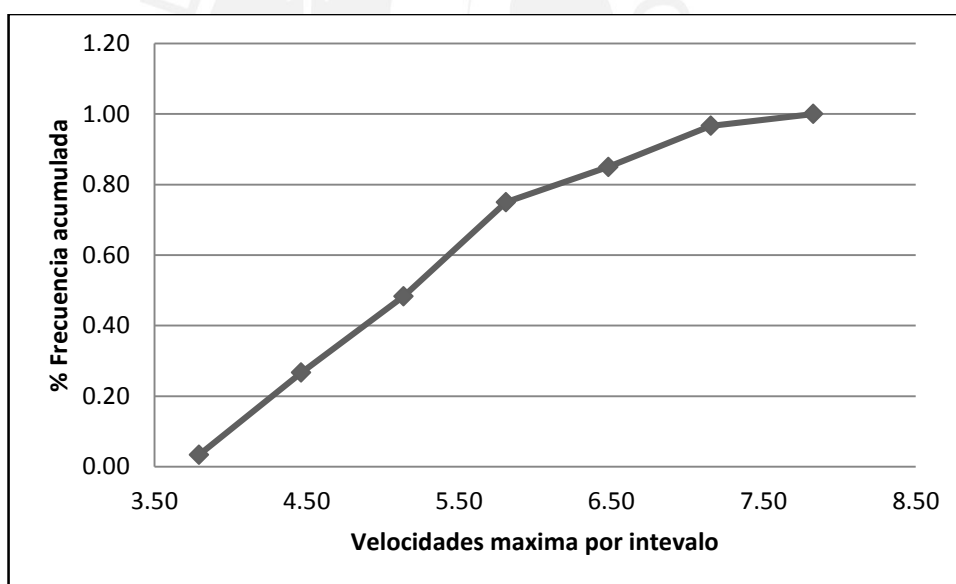


FIGURA 58: Gráfica de frecuencia de velocidad para la calibración.

Fuente: Elaboración Propia.

Al igual que la Prueba de Calibración se utilizó la Prueba de Hipótesis donde se afirmó que las medias son iguales con un nivel de confianza de 95%. Con esto se espera que la media se encuentre en el intervalo de confianza generado por la Hipótesis de test aleatoria, ya que al estar dentro del intervalo se podrá afirmar estadísticamente que ambas medias son equivalentes. A continuación se

presentará la tabla con las velocidades y la media de estas con la que se realizó la Prueba de Hipótesis.

TABLA 21: Intento en validación.

Fuente: Elaboración Propia.

INTENTOS	V VISWALK	S	V CAMPO	S	TAU	LAMBDA	OBSTACULOS	FRECUENCIA DESIGNADA	VALIDA
1	4.98	0.06	5.230	1.03	0.1	0.1	CON	INSERTADA	SI

Luego de obtener las velocidades del software se procedió a colocar estas velocidades junto a las velocidades obtenidas en campo para que se analice si el modelo continúa calibrado. A continuación se presenta la gráfica generada con StatKey (*Randomization Test*).

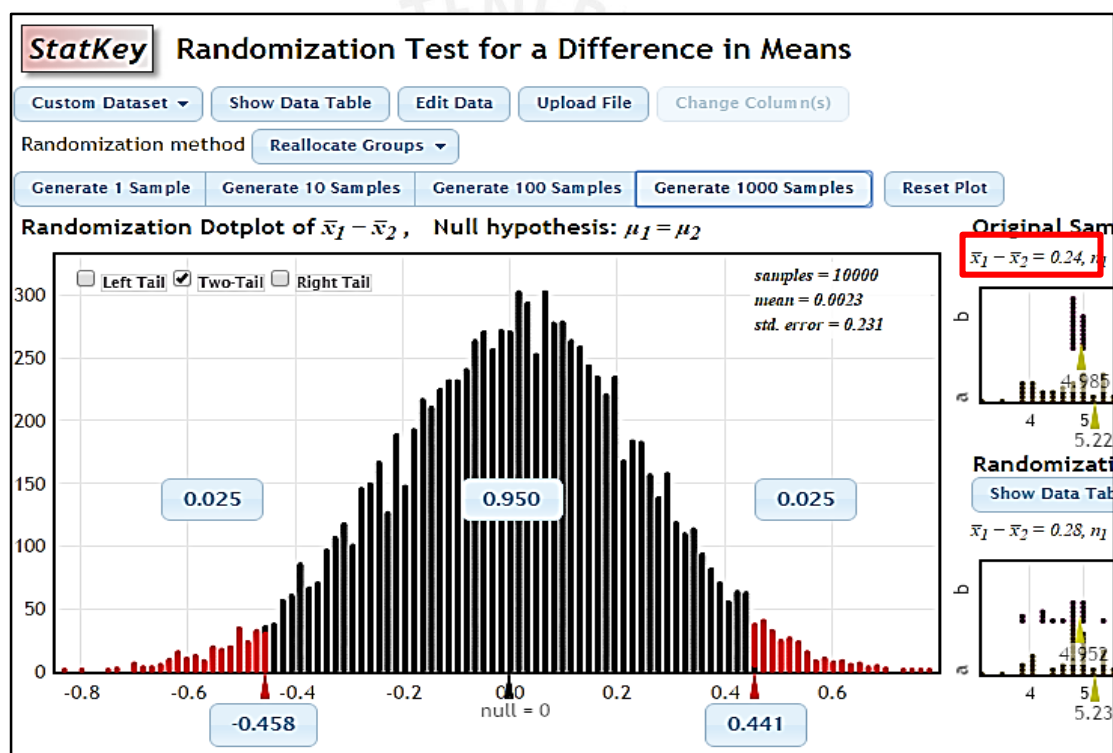


FIGURA 59: Nivel de confianza para validación.

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede apreciar en la figura que la diferencia de medias de 0.24, cuya diferencia se encuentra en un nivel de confianza de 95%. Con lo mencionado, se puede afirmar que la velocidad media obtenida por el software es aproximada a la velocidad media obtenida en campo; por ello, se podrá finalizar la microsimulación ya que el modelo está calibrado y validado, solamente faltaría realizar el diseño del parque con la ayuda del software SketchUp para tener una perspectiva visual lo más

similar posible al parque. En SketchUp se hicieron modelos de casas, iglesia, bancos, monumento, etc.; similares a los existentes alrededor del parque. Además se hizo un pequeño video para mostrar la dinámica del parque, el cual será adjuntado en un CD de esta tesis.



FIGURA 60: Modelo en 3D.
Fuente: Elaboración Propia.

5.4. LIMITACIONES DEL SOFTWARE

- El software presenta limitaciones al momento de modelar espacios públicos en los que el peatón permanece en un estado estático por un determinado tiempo debido a que sólo considera que los peatones se desplazan de un punto A (inicio) a un punto B (llegada) sin tomar en cuenta que algunos de estos pueden detenerse y luego seguir avanzando. Por ello, podemos afirmar que el software está enfocado para modelar lugares en los que el flujo peatonal sea continuo o que presenten cuellos de botella.
- El software utilizado presenta un catálogo de opciones para objetos estáticos limitado (personas en silla de ruedas, mujeres con niños, hombres, mujeres y niños). Para aumentar el catálogo se tiene que trabajar con otro software llamado Sketch Up con el fin de crear nuevos diseños que serán exportados al Viswalk para luego usarlo en el modelo.
- Este programa solo tiene como peatones en movimiento a un adulto joven (hombre y mujer) más no niños, personas con discapacidad y adulto mayor. Lo que se podría hacer para diferenciar a este tipo de peatones sería brindar

diferentes velocidades a los peatones para poder clasificarlos como adulto joven o mayor, niños y personas con discapacidad. Sin embargo, visualmente no se tiene una representación exacta.



CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación obtuvo las siguientes conclusiones:

Para un mejor estudio se clasificó al adulto mayor de la siguiente manera: aquellos que se desplazan solos, con bastón, con andador y con silla de ruedas. Para estimar el flujo de peatones en el parque se consideraron 2 días, miércoles y domingo. De lo observado en aquellos 2 días se puede apreciar que los peatones con mayor concurrencia son los adultos que prefieren ir solos, perteneciente al 72% en cada muestra. Un 18% de peatones van con bastón, con andador el 6% y por último los peatones en silla de ruedas equivalen a un 4%. Además se pudo observar que las personas de la tercera edad van con mayor frecuencia el día domingo, debido a que es fin de semana y se tiene mayor tiempo con la familia en comparación con el día miércoles, el cual es día de semana.

La velocidad de desplazamiento promedio de los adultos mayores fue de 0.94 m/s, cifra que es cercana a la velocidad promedio de los autores mostrados en el subcapítulo 2.2.2, donde presenta un promedio en velocidad de 0.93 m/s. Además se observó que los hombres presentan una velocidad promedio mayor en un 15% con respecto a las mujeres. También fueron clasificados en rangos de edades (60-69; 70-79; 80-90) y su condición física con el fin de medir sus velocidades. Los adultos que se encuentran en el primer rango de edades obtuvieron una mayor velocidad frente a los otros rango, esto se debe a lo expuesto en el subcapítulo 2.2.2 donde se indica que a partir de los 65 años se produce una disminución gradual del rendimiento físico; por ello, es que la velocidad al caminar va disminuyendo gradualmente. La diferencia del primer grupo de edades respecto a los del tercer grupo tiene una variación de 25% de sus velocidades.

Los adultos mayores que necesitan de ayuda para desplazarse (bastón o andador) presentan una diferencia de velocidades entre el primer y tercer rango de un 40% en sus velocidades. Los adultos que se desplazan en silla de ruedas no fueron agrupados en rango de edades debido a que ellos dependen de la persona que les ayuda en su desplazamiento y no de su edad; no obstante, estos presentaron una velocidad promedio de 0.89 m/s. Además se analizó la velocidad de desplazamiento de aquellos que se desplazan en grupos (2-4 personas), se obtuvo que la velocidad decrece linealmente dependiendo del número de personas. Es decir

las personas que se desplazan en grupo de 2 personas tiene una velocidad aproximada de 0.83m/s, el grupo de 3 personas tiene una velocidad de 0.61 m/s y aquellos grupos de 4 personas tiene una velocidad aproximada de 0.4 m/s.

Los conformados por 2 personas presentan velocidades mayores (50%) con relación a los grupos conformado por 4 personas. Los grupos conformados por 2 personas se desplazan en línea recta mientras que los grupos de 3 personas se desplazan formando una V y finalmente los grupos de 4 personas se desplazan formando una U.

Las actividades que realiza el adulto mayor en el parque son las siguientes: leer el periódico, vista del paisaje, esperar a que empiece la misa, intercambiar de ideas con sus pares u otras personas, o solamente descansar. Estas personas suelen ir solos al parque para encontrarse con amigos o van con familiares. También existe otros grupos de personas que solo transitan por el parque sin permanecer en este, ya que alrededor del parque están ubicados diferentes bancos, tiendas, mercado y la iglesia.

Respecto a la encuesta realizada en el parque se tienen los siguientes resultados. Los adultos que frecuentan el parque a diario representan al 48%, mientras los que lo visitan interdiario representan al 31%. Los adultos que prefieren ir solos al parque representa el 51%, estos elevados porcentajes se debe a que ellos ven al parque como un lugar de distracción y de interactuar con otros adultos que frecuentan este espacio. Uno de los factores que más afecta a los adultos mayores para llegar al parque son los conductores agresivos (73% de los encuestados tienen este problema).

Por otro lado, en el parque se presentan otros factores que incomodan el desplazamiento de los adultos mayores y lo que más resalta es el piso desnivelado (34%) y las irregularidades que tiene el piso (30%), esto debido a que muchos de los adultos mayores se desplazan con la ayuda de un andador, bastón o silla de ruedas y las características del piso generan al momento de desplazarse. Entre las preferencia de un lugar específico para sentarse tenemos un 37% prefieren sentarse en el exterior mientras que un 48% nos indican que se sientan donde encuentren un espacio libre.

El parque al presentar bancas a los costados de las vías de desplazamiento se genera una ligera reducción del área de desplazamiento y así ocasiona que los

peatones perciban como obstáculos o espacios en los que ellos no pueden desplazarse debido a la presencia de las bancas o personas que están ocupadas. Del mismo modo existen grupos de personas que permanecen paradas alrededor de las bancas formando semicírculos. En ambos sucesos producen en los peatones fuerzas de repulsión que ocasionara que estos se alejen de estos sucesos y se vea reducida el área de desplazamiento. Esto generará que en el instante en el que los flujos de peatones sean altos se presentarán algunos ligeros cuellos de botella en las zonas donde se encuentren las bancas.

Las líneas de desplazamiento que tiene mayor desplazamiento peatonal son las que se encuentran cerca a las avenidas Horacio Urteaga y la avenida Republica de dominicana, debido a que en estas avenidas se encuentran ubicados una iglesia, bancos y tiendas comerciales que atraen a un mayor flujo peatonal. También por estas avenidas transitan diferentes líneas de transporte público las cuales tienen como paradero el parque, por lo cual los peatones que bajan en este paradero tienden a desplazarse por el parque. Sin embargo, la calle Diez Canseco y el Jirón Huamachuco no son tan concurridos por los peatones muy a pesar que esta vía se convirtió en espacio peatonal.

Respecto a los resultados obtenidos en la modelación se realizó la prueba de hipótesis nula con la cual podemos afirmar con una certeza del 95% que las velocidades obtenidas en el modelo realizado en Viswalk son muy semejantes a las medidas en el área de estudio. Pues, el software nos da un valor de velocidad promedio de 4.98 m/s. y la velocidad medida en el parque es de 5.23 m/s. Por ello podemos afirmar que Viswalk se puede usar para representar peatones que se encuentran desplazándose en espacios de libre flujo peatonal.

Para lograr calibrar y validar el modelo del parque en el software se tuvo que hacer variaciones del Tau y Lambda, pues tau depende de la velocidad y lambda controla la fuerza de las personas u objetos que afectarían al peatón. En este estudio el parámetro más importante era Tau, debido a la velocidad; sin embargo lambda no tenía mucha influencia dado que el flujo peatonal era muy bajo. Por ejemplo el valor Lambda tendría mucha influencia encaso se haga un estudio peatonal en la Av. Abancay, pues su flujo peatonal es muy alto. Respecto a Tau, en caso la velocidad que se obtenía del programa era menor a la velocidad obtenida encampo se tenía que ir disminuyendo este parámetro para que ambas velocidades se acerquen lo más que se pueda, para una mejor calibración o validación.

Podemos afirmar que al trabajar de la mano con el software Sketch Up se modela espacios más realistas, ya que se le puede agregar diferentes figuras y objetos al modelo. Sin embargo, Viswalk solo se concentra en la modelación de flujos continuos de peatones dejando de lado a los peatones de la tercera edad, personas con discapacidad y niños. Por lo tanto podemos afirmar que Viswalk es un software que presenta diferentes limitaciones al momento de modelar espacios más complejos, ya que no se puede considerar a todos los peatones en la microsimulación.

Se demuestra que el parque cumple con las características (accesibilidad, propiedad pública y plurifuncional) y roles (desarrollo económico, población saludable e infraestructura verde) principales de un parque. En primer lugar, el parque es accesible porque no cuenta con rejas ni restricciones para su ingreso; además es de propiedad pública porque es de la Municipalidad de Jesús María y de los ciudadanos que visitan el parque pues deben respetar y cuidar de él. Finalmente, indicamos que este espacio es plurifuncional, pues es un lugar donde los niños pueden correr, se puede dialogar, conocer personas, etc.

En segundo lugar, el rol de desarrollo económico se refleja en el parque porque está rodeado de bancos, tiendas comerciales, heladerías, cerca de este se encuentra el mercado de Jesús María y diversos negocios (perfumerías, zapaterías, restaurantes, etc). También cumple con el rol de población saludable, pues muchas personas (incluyendo al adulto mayor) van a correr o caminar alrededor del parque. Este parque cumple con el rol de infraestructura verde pues su ubicación céntrica en el distrito permite que los vecinos de la zona encuentren un área verde saludable cerca a sus hogares.

6.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda mejorar la señalización de las principales vías de accesos al parque, ya que sólo se cuenta con un semáforo, el cual al malograrse aumenta la dificultad de acceso al parque; pues las otras intersecciones no cuentan con semáforos. También se debe de agregar pasos de cebra en todas las intersecciones, además se debe tener en cuenta que las calles cercanas al parque presentan una alta transitividad y al no estar debidamente señalizadas dificultan el acceso a este (en especial a los adultos mayores que presenta un mayor temor al cruzar las calles).

Se recomienda cambiar el piso existente de adoquines por un piso semi-pulido (ligera rugosidad) con bruñas no muy pronunciadas para evitar tropiezo de los peatones, ya que el piso actual ocasiona incomodidades en el adulto mayor que se desplaza con la ayuda de un andador, bastón o sillas de ruedas; pues la irregularidad del piso produce vibraciones y obstaculiza el desplazamiento porque los accesorios (bastón, andador y silla de ruedas) pueden quedar atacados y generar accidentes.

Se sugiere cambiar las bancas de concreto por bancas de maderas como las implementadas en la zona de la Av. Diez Canseco, ya que muchos de los ciudadanos que formaron parte de este estudio preferían las bancas de madera por ser más cómodas para ellos. También se debería hacer respetar la nueva zona peatonal creada con el diseño actual que presenta el parque y no dejarla como estacionamiento para vehículos de los vecinos que viven frente al parque.

El software Viswalk nos permitió hacer una representación gráfica del parque; sin embargo este programa presenta algunas limitaciones respecto a la modelación peatonal para un parque enfocado en el adulto mayor, pues no cuenta con modelos gráficos del adulto mayor y para tener una mejor esquema del trabajo se tuvo que complementar con el programa SketchUp 8. Este software sirve parcialmente para este tipo de estudios peatones; sin embargo el software es efectivo para estudios de vehículos.

CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA

Albesiano, S., & Rangel-Ch, J. O. (2006) Estructura de la Vegetación del Cañón del Río Chicamocha. *Una herramienta para la conservación una herramienta para la conservación*. 28(2), 307-325.

Alexandersson S., & Johansson, E. (2013). *Pedestrians in microscopic traffic simulation*. Recuperado de <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/184582/184582.pdf>

Banco Central de Reserva del Perú. (2011). Reporte de inflación: Panorama actual y proyecciones macro-económicas 2011-2012. *Banco Central de Reserva del Perú*. 49 (22). 1728-5739.

Belleet, C. (2009). *Reflexiones sobre el espacio público. El caso de las ciudades intermedias*. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/eventos/espaciospublicos2009/cbellet.pdf>.

Benito, J., Garcia, J., Junca, J., Rojas, C., & Santos, J. (2005). *Manual para un Entorno Accesible*. Recuperado de <http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO17241/manualparaunentornoaccesible.pdf>

Blomstrand, J., & Henningsson, J. (2014). Verification and Validation of Viswalk for Building Evacuation Modelling. Recuperado de <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=5337197&fileId=5464249>.

Blue, V., & Adler, J. (2001) *Cellular Automata Model of Emergent Collective Bi-directional Pedestrian Dynamics*. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/8e62/a5275c198eb8f6f15d1e2777f64c066d8997.pdf>

Borja, J. (1998). *Ciudadanía y espacio público*. Recuperado de http://www.pieb.org/espacios/archivos/doonline_ciudadania_y_espacio_publico.pdf

- Borja, J. & Muxi, Z. (2000). *El espacio público, ciudad y ciudadanía*. Recuperado de <http://www.pensarcontemporaneo.files.wordpress.com/2009/06/el-espacio-publico-ciudad-y-ciudadania-jordi-borja.pdf>
- Borja, J. (2003). *La ciudad conquistada*. Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- Burneo, L. (2010). Construcción de la ciudadanía mediante el uso cotidiano de espacio público (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima: Perú.
- Buestedde, C., Klauck, K., Schadschneider, A., & Zittartz, J. (2001). *Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automaton*. Recuperado de <https://arxiv.org/pdf/cond-mat/0102397.pdf>
- Cabrera, F., Muñoz, F., & Pérez, C. (2016). Walking Patterns of Elderly in a Peruvian Public Space. *The 8th International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics*, 20 (s/v), 1-9.
- Campos, F. (2014). Estrategias de desarrollo sostenible. [Diapositivas de Power Point]. PUCP. Ppt 66.
- Centeno, P. (2006). Lima: Espacio público y ciudad sostenible. Lima: Editorial Palestra.
- Chiesura, A. (2003). *The role of urban parks for the sustainable city*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/222534041_The_Role_of_Urban_Parks_for_the_Sustainable_City
- Costa, M. (2010). "Interpersonal distances in group walking". *Nonverbal behavior*, 34 (1), pp. 15-26.
- DGTMIE (2011). *Movilidad segura de los colectivos más vulnerables. La protección de peatones y ciclistas en el ámbito urbano*. Madrid: España.
- DGTMIE (2013). *Anuario Estadístico de Accidentes*. Madrid: España.
- FHWA (2006). *University Course on Bicycle and Pedestrian Transportation. Federal Highway Administration*.

Fitzpatrick, K., Brewer, M. & Turner, S. (2006). Another look at pedestrian walking speed. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 21-29.

Fonseca, J. (2014). *La importancia y la apropiación de los espacios públicos en las ciudades*. Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/paakat/index.php/paakat/article/view/222/329>

Fredrik, J. (2013). *Microscopic Modeling and Simulation of Pedestrian Traffic*. Recuperado de <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:665191/FULLTEXT02.pdf>

García, M. (2009). *Espacio Público*. Recuperado de <http://www.ub.edu/multigen/donapla/espacio1.pdf>

Gates, T., Noyce, D. & Bill, A. (2006). "Recommended walking speed for timing of pedestrian clearance intervals based on characteristics of the pedestrian population". *Transportation Research Board*, No. 1982, pp. 38-47, 2006.

Gehl, J., & Svarre, B. (2013). *How to study public life*. Washington: Island Press, 2000 M Street NW, Suite 650.

Gonzales, E. (2008). Percepción y uso de los espacios públicos madrileños. (Tesis de doctorado en Teorías, Formas Políticas y Geografía Humana). Universidad Complutense de Madrid. Fecha de consulta 10 de mayo del 2016.

Helbing, D., & Molnar, P. (1995). "Social force model for pedestrian dynamics". *Physical Review E: Statistical, nonlinear and soft matter physics*, pp. 10. 1103

Helbing, D., & Molnar, P. (1998). *Social force model for pedestrian dynamics*. Recuperado de <http://arxiv.org/abs/cond-mat/9805244>

Hoogendoorn, S., & Bovy, P., (2000) *Gas-Kinetic Modeling and Simulation of Pedestrian Flows*. Recuperado de <http://trrjournalonline.trb.org/doi/10.3141/1710-04>

- Hualinos, J. (2015). *Criterios para el Estudio y Diseño Universal del Espacio Público: el Caso de las Calles en Lima* (Tesis del nivel correspondiente al Título de Ingeniería Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). *Perú: Características de la población con discapacidad*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1209/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2013). 11 de julio: Día mundial de la población. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1095/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). Cerca de 7 millones de niñas y niños viven en el Perú. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/inei-cerca-de-7-millones-de-ninas-y-ninos-viven-en-el-peru-9010/>
- Instituto de Desarrollo Urbano. (2008). *Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana*. Colombia. Recuperado de <http://www.pactodeproductividad.com/pdf/guiageneralsobreaccesibilidad.pdf>
- Jerez, S., y Torres, L. (2012). *Manual de diseño de infraestructura peatonal urbana*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/manual-diseno-infraestructura-peatonal-urbana/manual-diseno-infraestructura-peatonal-urbana.pdf>
- Johansson, F. (2013) *Microscopic Modeling and Simulation of Pedestrian Traffic*. Recuperado de <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:665191/FULLTEXT02>
- Joseph, I. (2002). *El transeúnte y el espacio urbano*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Kaplan, S. (1955). *The restorative benefits of nature: toward and integrative framework*. Recuperado de http://www.wienerzeitung.at/em_daten/wzo/2015/08/07/150807_1710_kaplan_s._19951.pdf Fecha de consulta 25 de mayo del 2016.

- Knoblauch, R., Pietrucha, M., & Nitzburg, M. (1996). Field studies of pedestrian walking speed and start-up time. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1538), 27-38.
- Knox, K. (2007). *The social value of public spaces*. Recuperado de <<https://www.irf.org.uk/report/social-value-public-spaces>>
- Lagervall M., & Samuelsson, S. (2014). Microscopic Simulation of Pedestrian Traffic in a Station Environment: A Study of Actual and Desired Walking Speeds. Recuperado de <<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:763111/FULLTEXT01.pdf>>
- Ley N°29973. (2012). El Peruano. Ley general de la persona con discapacidad. Lima, Perú, 24 de diciembre del 2012. Recuperado de <<http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29973.pdf>>
- Lima Como Vamos (2014). Quinto informe de percepción sobre calidad de vida. Lima Como Vamos (1ªed), 16-17. Recuperado de <<http://www.limacomovamos.org/cm/wp-content/uploads/2015/01/EncuestaLimaComoVamos2014.pdf>>
- Madanipour, A. (1992). Design of urban space: an inquiry into a socio-spatial process. Wiley. West sussex.
- Mean, M., & Charlie, T. (2007). *Growing the public life of cities*. Recuperado de <http://www.demos.co.uk/files/Demos_PMP_Final_02.pdf?1240939425>
- Mela, A. (1996). *Sociología delle città*. Roma, Italia: Editorial Carroci.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. (2009). *Espacios Públicos recomendado para la gestión de proyectos*. Recuperado de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjMvorx-oLOAhVEph4KHWIoAM4QFghKMAk&url=http%3A%2F%2Fwww.minvu.cl%2Fincjs%2Fdownload.aspx%3Fglb_cod_nodo%3D20070212170002%26hdd_nom_archivo%3DEs%2520Publicos1.pdf&usq=AFQjCNElf9QImxnOQwLzg5QeYvtRs1f1EQ&bvm=bv.127521224,d.dmo> Fecha de consulta 25 de mayo del 2016.

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. (2013). Espacios Públicos, recomendaciones para la gestión de proyectos. Recuperado de http://www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb_cod_nodo=20070212170002&hdd_nom_archivo=Es%20Publicos1.pdf
- Moussaïd, M., Perozo, N., Garnier, S., Helbing, D., & Theraulaz, G. (2010). The walking behaviour of pedestrian social groups and its impact on crowd dynamics. *Plos one*, 5(4), 10047.
- Mrowinski, M., Gradowski, T., & Kosinski, R. (2010). *Models of Pedestrian Evacuation based on Cellular Automata*. Recuperado de <http://przyrbwn.icm.edu.pl/APP/PDF/121/a121z2bp19.pdf>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2009). *La vulnerabilidad de los peatones en la vialidad del área Metropolitana de Lima y Callao*. Recuperado de <https://www.mtc.gob.pe/images/banners/documentos/Vulnerabilidad%20de%20Peatones%20-%20Informe%20Final.pdf>
- National Recreation and Park Association y American Planning Association. (2014). *The Role of Parks in Shaping Successful Cities*. Recuperado de https://planning-org-uploaded-media.s3.amazonaws.com/legacy_resources/cityparks/pdf/whitepaperroleofparks.pdf
- Neal, Z., (2009). *Seeking common ground: three perspectives on public space*. Recuperado de http://www.academia.edu/5203976/Seeking_common_ground_three_perspectives_on_public_space Fecha de revisión 18 enero 2016.
- Nitzsche, Ch., (2013). *Cellular automata modeling for pedestrian dynamics*. Recuperado de https://physik.uni-greifswald.de/fileadmin/uni-greifswald/fakultaet/mnf/physik/ag_schneider/Arbeiten/bachelorneu.pdf
- Olivares, C. (2012). *Pirámide inversa del tránsito*. Recuperado de <http://www.bicivilizate.com/2012/01/20/piramide-inversa-del-transito/>
- Ortiz de Zevallos, A. (1986). *Lima a los 450 años*. Lima: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.

- PTV AG. (2012). VISSIM 5.40 - User Manual, Karlsruhe: PTV Planung Transport Verkehr AG. Recuperado de https://www.et.byu.edu/~msaito/CE662MS/Labs/VISSIM_530_e.pdf
- PTV GROUP. (2013) *Final Assessment of PTV Viswalk*. Recuperado de http://vision-traffic.ptvgroup.com/fileadmin/files_ptvision/Downloads/1_Products/1_VISION_SUITE/3_PTV_Viswalk/HB_PTV_Viswalk_en.pdf
- Rengin, I. (2014). *The importance of sociocultural habits in park design, leisure behaviour and users satisfaction*. Recuperado de <http://search.proquest.com/openview/a92d1572a7e6deb0d59c3d81d46ce7a5/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=1766360>
- Ricart, N. (2013). *Reflexiones sobre el espacio público*. Recuperado de <http://raco.cat/index.php/Waterfront/article/download/263776/351265>
- Radio Programas del Perú. (2016). *Estas son las tres principales causas de accidentes de tránsito en el Perú*. Recuperado de <http://rpp.pe/lima/accidentes/estas-son-las-tres-principales-causas-de-accidentes-de-transito-en-el-peru-noticia-986141>
- Schlake, B. 2008 *Mathematical Models for Pedestrian Motion*. Recuperado de <https://www.math.uni-muenster.de/u/schlake/Diplomarbeit.pdf>
- Schlack, E. 2007 *Espacio Público*. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962007000100006 Fecha de revisión 18 diciembre 2015.
- Schultz, M., Schultz, C., Fricke, H. (2010). "Passenger dynamics at airport terminal environment". *Pedestrian and Evacuation Dynamics 2008*, Springer, Part 2, pp. 381-396.
- Segovia, O., y Jordan, R. (2005). *La importancia y la apropiación de los espacios públicos en las ciudades*. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14422043/espacios-publicos-urbanos-pobreza-y-construccion-social-cepal> Fecha de revisión 18 diciembre 2015.
- Siamak, S., Fazilah, H., & Abdullah, T. (2014). *Simulation of Pedestrian Movements*

Using Fine Grid Cellular Automata Model. Recuperado de
<<http://arxiv.org/abs/1406.3567>>

Sohrab, S., Bierlaire, M., Farooq, B., Danalet, A., & Silvan, F. (2012). *Scenario Analysis of Pedestrian Flow in Public Spaces*. Recuperado de
<http://www.strc.ch/2012/Sahaleh_EtAl.pdf>

Tarawneh, M. (2001). "Evaluation of pedestrian speed in Jordan with investigation of some contributing factors". *Safety Research*, vol. 32, No. 2, pp. 229-236, 2001.

Tonucci, F. (2004). *La ciudad de los niños*. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.

Vega, P. (2006^a). Espacio público y ciudad sostenible. *Palestra. Dossier Interacciones*, 1-7. Recuperado de <<http://palestra.pucp.edu.pe/>>

Vega, P. (2006b). *Espacio público en la ciudad popular: Reflexiones y experiencias desde el Sur*. Lima: DESCO.

Yamamoto, K., Kokubo, S., & Nishinari, K. (2007). *Simulation for pedestrian dynamics by real-coded cellular autómata*. Recuperado de
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437107001835>>